

S
589
.7
M4

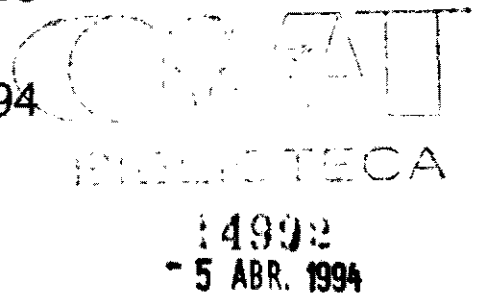


Documento de Trabajo
No.135

Memorias de la Primera Reunión de Agroecología y Producción Sostenible en San Gil (Santander, Colombia)

Editor: Adrian Maître

Febrero 10 y 11, 1994



La edición de estas memorias ha sido posible gracias a fondos de la Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU/COSUDE).

En la planeación y organización de la reunión colaboró Fabián Jiménez, Director del CRECED Guanentá Comunero.

Tabla de Contenidos

| | |
|-------------------|---|
| Introducción..... | i |
|-------------------|---|

Parte A: Trabajos Locales

| | |
|--|----|
| Manejo Integrado de la Broca [<u>Hypothenemus hampei</u> (ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)] en la Provincia Guanentina..... | 1 |
| <i>Luís José Camargo</i> | |
| Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Tomate (<u>Lycopersicon esculentum</u> Mill)..... | 11 |
| <i>Claudio Fuentes</i> | |
| La Producción de Cebolla de Rama (<u>Allium fistulosum</u>) en Barichara (Santander, Colombia) y la Factibilidad de una Producción Libre de Pesticidas..... | 21 |
| <i>Alfonso Peñaranda y Adrian Maître</i> | |
| Desarrollo y Obtención de una Nueva Variedad de Tabaco Negro (<u>Nicotiana tabacum</u> L.) Tipo García con Resistencia a <u>Phytophthora parasitica</u> var. <u>Nicotianae</u> , Raza "0" a Través del Cultivo de Anteras..... | 39 |
| <i>José Daniel Tinoco</i> | |
| Mejoramiento de Frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u>) para San Gil: El Caso de la Línea Promisoria AFR 638 y la Aceptación por los Productores..... | 51 |
| <i>Adrian Maître</i> | |

| | |
|--|-----|
| Proyecto de Recuperación de Suelos de Laderas Degradados por la Erosión Mediante el Uso de Procedimientos Biológico-Forestales..... | 71 |
| <i>Héctor Alirio Moreno y Clara León</i> | |
| Efectos de la Agricultura Biológica y Convencional en la Fertilidad y Conservación de Suelos y en la Producción de Frijol (San Gil - Santander)..... | 81 |
| <i>Tomás León, Juan A. Espinoza, Adrian Maître, Luís Barragán y Edgar Rodríguez</i> | |
| Actividades de Reforestación en la Microcuenca de la Quebrada Curití (Santander, Colombia)..... | 107 |
| <i>Jaime Barreto</i> | |
| Reforestación Comunitaria..... | 117 |
| <i>Lilian Astrith Chaparro</i> | |
| Un Caso de Generación Espontánea de Medidas para el Control de Erosión: Las Zanjas de Desviación en la Zona Frijolera de San Gil..... | 129 |
| <i>Adrian Maître y Pablo Martínez</i> | |
| Efectos del Uso de un Arado Mejorado de Tracción Animal en Barichara..... | 153 |
| <i>Juan José Tarazona</i> | |
| Parte B: Conferencias Especiales | |
| El Manejo Integrado de Plagas: Análisis y Perspectivas..... | 173 |
| <i>César Cardona</i> | |
| Proyectos de Manejo y Conservación de Suelo Adelantados en Santander por CORPOICA..... | 185 |
| <i>Hernando Mendez</i> | |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Conservación de Suelos en Yuca..... | 195 |
| <i>Karl Müller-Saemann</i> | |

Trabajo no Presentado

| | |
|--|-----|
| Estado y Actual y Perspectivas del Control Biológico en Algunos Cultivos del Valle del Cauca..... | 229 |
| <i>Fulvia García</i> | |

| | |
|-----------------------------|-----|
| Programa de la Reunión..... | 243 |
|-----------------------------|-----|

| | |
|-----------------------------|-----|
| Lista de Participantes..... | 248 |
|-----------------------------|-----|

INTRODUCCION

Adrian Maître

Durante los años 1956 y 1957 los ingenieros agrónomos Irusta y Fortoul realizaron sus "Estudios de Suelos de Santander" en las zonas tabacaleras, encargados por el entonces INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO TABACALERO. En estos estudios se incluyeron también las zonas productoras de tabaco de la región de San Gil.

Irusta y Fortoul presentaron datos sobre la aptitud de los suelos bajo estudio y analizaron los grados de erosión y el porcentaje del área afectada por cada uno de ellos. El gerente del Instituto de esta época, el doctor Luis Castellanos Tapias, escribió en ocasión de la publicación del trabajo en 1961: ***"Quiero llamar la atención sobre la tremenda revelación de estos datos en cuanto a que el 48,74% de los terrenos estudiados son, según el estudio, POBRES O SE ENCUENTRAN EN ESTADO DE EROSION FUERTE, y que el 32,63% están en proceso de erosión moderada. Aunque ésta no es una noticia agradable para la población que habita estas zonas, tiene por lo menos la virtud de poner en evidencia que es necesario tomar a la mayor brevedad posible las decisiones encaminadas a la defensa y conservación de los terrenos todavía recuperables, mediante los sistemas que la Ingeniería Agronómica recomienda al efecto. Esta política de defensa debe tomarse antes de que sea tarde. La necesidad de prevenir los recursos alimenticios de la población futura hace imperiosa una decisión radical al respecto"***. Si alguien no supiera la fecha en la cual se han escrito estas palabras, podría pensar fácilmente que ellas son de reciente origen y generadas por el debate actual entorno a la producción sostenible.

Cabe mencionar que estas palabras enunciadas hace más de 30 años no han surtido efecto en la región de San Gil y quizás tuvieran que ser leídas de nuevo en nuestra época en la cual su mensaje fuera entendido no sólo por la comunidad científica, sino por el público en general y los líderes de opinión.

La pequeña ciudad de San Gil (Santander, Colombia) está ubicada en una región de vocación agropecuaria. San Gil cumple la función de un centro de servicios para los agricultores y ganaderos de esta parte del sur de Santander y asume el papel de un centro de comercialización para sus productos.

Además, cuenta con la presencia de unas 10 entidades, entre estatales y privadas, cuyas actividades están relacionadas directamente con la producción agropecuaria. Si bien estas actividades son principalmente de apoyo a la producción (asistencia técnica, crédito, maquinaria agrícola, comercialización y organización de productores) incluyen también algunos proyectos de investigación.

En las últimas décadas se han producido muchos cambios en la región de San Gil tanto a nivel agroeconómico y técnico (introducción de insumos agroquímicos a partir de los años 50 por la Colombiana de Tabaco, expansión de nuevos cultivos como el frijol, el tomate o la piña, uso creciente de maquinaria agrícola, uso de pastos introducidos, desarrollo de la producción avícola, etc.) como a nivel socioeconómico y de infraestructura (desaparición de algunas haciendas y formación de fincas pequeñas, formación de cooperativas y otras agrupaciones de productores, mayor articulación de los pequeños productores al mercado, construcción de carretables en las zonas rurales e intensificación del transporte, etc.). Todo lo anterior ha incidido favorablemente en el nivel de vida de la población y se ha incrementado notoriamente la producción agropecuaria. Sin embargo, últimamente se ha venido planteando el tema de la agroecología y la producción sostenible en vista de algunos fenómenos preocupantes. En determinados cultivos como por ejemplo en el caso del tomate se observa un sobreuso y abuso de pesticidas. En muchos suelos de ladera se están dando procesos erosivos tanto por el uso agrícola como por el uso ganadero. Muchos conocedores de la región se preocupan además por la deforestación y la falta de protección de las fuentes de agua.

Como estas observaciones coinciden con la nueva orientación que han tomado tanto el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) como la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) -anteriormente ICA-, las dos entidades mediante sus representantes en la región convocaron a la Primera Reunión de Agroecología y Producción Sostenible en San Gil para los días 10 y 11 de febrero de 1994. El objetivo de la reunión fue posibilitar por primera vez el intercambio entre las instituciones locales en este campo y relacionar las experiencias adquiridas con el estado de arte alcanzado a nivel del país. Para tal efecto se invitó también a cuatro conferencistas especiales del CIAT (Cali) y de CORPOICA (Bucaramanga).

Durante el primer día se contó con dos trabajos sobre mejoramiento genético (tabaco negro y frijol), 3 presentaciones sobre el uso de pesticidas y/o el manejo integrado de plagas (en café, tomate y cebolla de rama), 3 ponencias sobre el manejo y conservación del suelo (recuperación de zonas degradadas, efectos de la agricultura biológica a nivel de suelo, la práctica de los agricultores de hacer zanjas de desviación para el control de erosión), 2 conferencias sobre reforestación de microcuencas y una exposición sobre la introducción de un arado mejorado para tracción animal. El trabajo sobre agricultura biológica analizó, además, los efectos a nivel de la producción de frijol. El segundo día los invitados especiales han enfocado los temas del manejo integrado de

plagas y la conservación de suelos, lo que permitió a los asistentes conocer el estado de arte alcanzado a nivel del país en estos dos campos prioritarios. Se concluyó la reunión con 4 grupos de trabajo sobre los temas de manejo integrado de plagas, conservación de suelos, agricultura biológica y reforestación, cuyos resultados fueron presentados en una mesa redonda final.

Pienso que todos los participantes en la reunión hemos sentido que no fué tan importante evaluar el nivel científico de cada una de las presentaciones. De hecho la calidad de los trabajos locales no fué igual ya sea porque algunas actividades recién se están empezando, mientras otras están más adelantadas, o sea por la mayor o menor experiencia del conferencista en el análisis y presentación de un tema de investigación. Lo que importó más bien fué el haber dado inicio a un proceso de integración de las actividades desarrolladas en las diferentes entidades a nivel de San Gil dentro del marco de la sostenibilidad. Por lo tanto, el indicador de éxito de esta Primera Reunión sería la convocatoria a la Segunda Reunión de Agroecología y Producción Sostenible en San Gil en su momento oportuno -ojalá el año entrante- con la finalidad de presentar nuevos avances en los temas tratados durante la Primera Reunión. Esperamos, pues, que esta vez no pasen otros 30 años hasta que se retome la iniciativa tal como ocurrió después del llamado hecho por el INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO TABACALERO en el año 1961. Hay quienes piensan que ya no contamos con tanto tiempo para encontrar el punto de equilibrio entre las necesidades de producción agropecuaria y la conservación de los recursos naturales comprometidos en esta producción.

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Gerente de la Regional 7 de CORPOICA en Bucaramanga, el Dr. Christian Mora, la gentileza de haber inaugurado el evento. Igualmente agradezco su colaboración en la fase de edición a Francisco Motta, Nathan Russell, Walter Correa y las demás personas quienes han apoyado la edición de estas memorias. Sin la ayuda incansable de Gloria Nina Pardo no hubiera sido posible publicar estas memorias.

Parte I: **Trabajos Locales**

MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA
[*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)]
EN LA PROVINCIA GUARENTINA

Luís José Camargo¹

Resumen

La caficultura de la Provincia Guarentina tiene un área sembrada en café de 12.100 hectáreas, con 4.500 Caficultores y una producción estimada anual de 95.000 cargas de café pergamino seco (carga de 125 Kgs.) con un precio de compra de \$120.000.00 carga, para un valor total de \$11.400.000.000.00. Se destaca no solo por la calidad del café suave, sino porque la productividad se ha mejorado sin recurrir al empleo masivo de agroquímicos. El café, por ser una especie introducida, por años estuvo libre de plagas de importancia económica. La política de la Federación respecto a las plagas tiene como fundamentos no solo disminuir los daños económicos que dichos problemas puedan causar a los Caficultores si no que además defender el sistema agroecológico a largo plazo. A partir de la presencia de la Broca en Nariño en septiembre de 1988, se inició en la Seccional San Gil una campaña educativa, con el personal del Servicio de Extensión con el fin de preparar y concientizar a los cafeteros de la Provincia Guarentina, en el manejo integrado de la Broca y demorar la llegada y desacelerar su expansión una vez detectada. Esta campaña se volvió permanente a partir del 13 de agosto 1.993, cuando se detectó por primera vez la presencia de la Broca en el Municipio de Piedecuesta, Departamento de Santander.

¹ Ingeniero Agrónomo, Jefe Seccional, Comité de Cafeteros. San Gil.

1. Introducción

La Broca del café (Hypothenemus hampei (Ferrari 1867)) es considerada como la plaga que causa el mayor daño económico al cultivo, ya que por atacar sus frutos, produce pérdidas considerables al disminuir tanto el peso de la cosecha como la calidad del grano.

Este insecto apareció en 1.901 en Gabón, pequeño país del Centro de Africa donde se extendió a los demás estados cafeteros de Africa y Asia. Se presume que llegó al Brasil hacia 1913, pero tan solo en 1924 despertó alarma por los daños que causaba. Años más tarde se extendió por Bolivia, Perú, Ecuador, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, México y Jamaica.

En septiembre de 1988 apareció en Nariño, procedente del Ecuador y se dispersó a los Departamentos de Antioquia, Putumayo, Caquetá, Huila, Tolima, Quindío, Risaralda, Caldas, Valle, Cundinamarca, Cauca y el 13 de agosto de 1993 apareció en Santander.

En abril de 1993, se dictó un curso de capacitación sobre la Broca, al personal del Servicio de Extensión del Comité de Cafeteros de Santander.

Los objetivos que se buscaban eran los siguientes:

- Preparar y concientizar a los cafeteros de la Provincia Guantánamo en el manejo integrado de la Broca.
- Demorar la llegada de la Broca y desacelerar su expansión una vez detectada.
- Concientizar a los cafeteros que es un problema manejable y que se debe darle un buen sostenimiento a la caficultura.

Cada práctico de extensión, hizo su programación para realizar reuniones con los agricultores y sus familias, dictando charlas sobre la historia, el ciclo de vida, los hábitos, los daños que causa, y el control integrado incluyendo demostraciones de método sobre la preparación del hongo Beauveria Bassiana y su aplicación.

Para 1994, la campaña educativa de la Broca tiene lo siguiente:

Objetivo

Que los caficultores continuen produciendo café tipo Federación en presencia de Broca.

Meta

Que el nivel del daño en café cereza maduro sea inferior al 3%.

Acciones Básicas del Control (80-90%)

Mantener libre al cafetal de granos sobremaduros y secos. Cosecha oportuna y permanente. Reducir al mínimo la caída del fruto del café. Determinar niveles de infestación quincenalmente.

Acciones Complementarias del Control (10-20%)

- Bioinsecticida (hongo Beauveria Bassiana.)
- Control biológico ó control químico.
- Tratamiento a la pulpa de café, pasillas y focos.

2. Métodos y Temas de la Campaña Educativa

En la Campaña Educativa de la Broca, se han utilizado:

- **Ayudas Auditivas**
Televisor, betamax (videos), proyector de diapositivas, franelógrafo (humanización), tablero, papelógrafo, sociodramas, etc.
- **Métodos de Extensión**
Reuniones, demostraciones de método, radio, cursos cortos etc.
- **Otros Medios**
Plegables, afiches, boletines.

Las reuniones se hacen diarias, generalmente en las Escuelas, donde se invita a la familia cafetera, a través de los alumnos de la escuela, líderes, presidentes de Juntas de Acción Comunal, afiches, Párroco y Alcaldes.

Estas charlas se iniciaron por las zonas de alto riesgo, como son los Municipios de Aratoca, Curití y Pinchote que lindan con la carretera central vía Socorro-Bucaramanga.

Los temas que se tratan son los siguientes:

Qué es la Broca

Es una plaga que inicia su ataque en los frutos verdes del cafeto, entre los 3 y 4 meses, después de la florescencia cuando estos se encuentran en estado lechoso o pastoso. Pertenece al orden: Coleóptera, familia: Scolytidae, género: Hypothenemus, especie: Hampei.

Ciclo de Vida

Es muy corto. A 25 grados centígrados, se completa en menos de un mes (25-27 días). En zonas marginales bajas para café, la reproducción es más rápida y los daños más severos.

Etapas

- La hembra penetra el fruto (3-4 horas) a través del ombligo, haciendo un canal de penetración e inicia la oviposición a los tres días. Los huevos los deposita en grupos de 2 ó 3 y eclosionan después de 7 días.
- Las larvas comienzan a alimentarse de la almendra y duran 12 días.
- Pasan por un estado de prepupa el cual dura de 2-3 días y luego por el estado de pupa que dura de 4-5 días.

Biología de la Broca

- Tiene hábitos gregarios, esto es cuando llega una Broca a un fruto y lo perfora, los residuos de los frutos brocados atraen más adultos.

- La hembra de la Broca perfora el fruto y permanece todo el tiempo en su interior para cuidar la progenie o cría.
- La Broca sólo se desarrolla en frutos de apariencia consistente o sea que tienen entre 14 y 16 semanas de desarrollo, después de la floración.
- Una proporción de los frutos verdes y maduros brocados y en los cuales se desarrolla la Broca, caen al suelo, lo cual pasa desapercibido y asegura la reinfestación de los árboles.
- Una hembra de Broca, puede producir en el término de 30 a 40 días un promedio de 35 hembras adultas por fruto.
- La relación de sexo, es de 10 hembras por cada macho. El macho no sale del fruto, ni es capaz de perforarlo. Es más pequeño y no es capaz de volar.
- La Broca, puede permanecer mucho tiempo reproduciéndose en el interior del fruto. Es por esto que en los frutos secos y brocados se encuentran machos adultos, los cuales emergen cuando se presentan condiciones de humedad alta, o sea en época de lluvias. Esto explica porque deben ser escogidos dentro del cafetal los frutos secos.
- La hembra dura 5 meses y 2 meses el macho.

Multiplicación Geométrica de la Broca

- 1a. Generación: 40 Brocas. (36 hembras, 4 machos.)
- 2a. Generación: 1.296 Brocas.
- 3a. Generación: 46.656 Brocas.
- 4a. Generación: 1.679.616 Brocas.
- 5a. Generación: 60.466.176 Brocas.

Revisión de los Cafetales

Observar cuidadosamente la parte media del árbol. Observar si los frutos tienen perforaciones en los ombligos. Revisar cuidadosamente los cafetos sembrados cerca al beneficiadero, a los bordes de los caminos y carreteras, cafetales ubicados en zonas más cálidas de la finca. Revisar los frutos caídos. Revisar durante el lavado los granos que flotan ó presentan perforaciones.

Dispersión de la Broca

El hombre es el principal responsable al transportar la Broca, cuando lleva a su finca material vegetal, semillas y frutos de café de regiones con Broca o al utilizar empaques de procedencia desconocida y también circulando dentro de la finca frutos brocados sin antes hacerles el tratamiento sanitario que se recomienda.

Desarrollo del Fruto del Café

En Cenicafé se han realizado varios estudios relacionados con el desarrollo del fruto del café y se ha observado lo siguiente:

- Para el desarrollo del fruto, desde la floración y hasta la maduración transcurren en promedio de 32 semanas (ocho meses). En las zonas altas, por encima de 1.700 m.s.n.m., el desarrollo es más lento y pueden ser necesarias de 34-36 semanas. En zonas bajas, por debajo de 1.200 m.s.n.m., el desarrollo es más rápido y puede ocurrir en 28-30 semanas.
- Estas 32 semanas del desarrollo del fruto pueden dividirse en tres etapas, según el incremento en peso fresco y cambios en su apariencia interna y externa.

Etapa 1

Este período va desde la floración hasta la octava semana y se caracteriza por un crecimiento muy lento de los frutos, los cuales en su apariencia externa son de color verde y se asemejan a la cabeza de un fósforo. En su interior los frutos son de consistencia acuosa y todavía no hay formación del endosperma (semilla). Durante este período la Broca puede intentar penetrar al fruto pero no se establece.

Etapa 2

Comprende desde la novena hasta la vigésima sexta (26) semana. Se caracteriza por un crecimiento rápido de los frutos tanto en sus dimensiones como en su peso fresco. En su interior, el contenido es muy acuoso (85% de agua) hasta la semana 17 (120 días aproximadamente) a partir de este momento empieza a perder el agua y ocurre el endurecimiento del endosperma o formación de la semilla propiamente

dicha. Este es el momento en que el fruto comienza a ser apto para que la Broca se instale y se reproduzca.

Etapa 3

Comprende desde la vigésima séptima (27) semana hasta la trigésima segunda (32) semana. Durante esta fase el fruto cambia de color verde a rojo ó amarillo y adquiere su madurez fisiológica, hasta quedar listo para la cosecha.

De acuerdo con lo anterior, se le entrega al caficultor el Registro de Florescencia de Café, para llevar un control de fechas y calificación de las florescencias y así poder saber en el caso que aparezca la Broca, que control utilizar.

Manejo Integrado de la Broca

■ ***Control Cultural***

Consiste en mantener los cafetales sin frutos maduros, sobremaduros y secos, mediante recolecciones oportunas (cada 20 días) y repases permanentes, y evitando que los frutos se caigan y se acumulen poblaciones de Broca en el suelo.

El Re-Re (Recolección y Repase) deben hacerlo todos los caficultores de la Vereda, al mismo tiempo para proteger el café de todas las fincas. Es una tarea de todos por todos. Cafetero que no haga Re-Re, infesta de Broca a los vecinos.

El Re-Re, es una práctica imprescindible y permanente porque interrumpe el ciclo de vida de la Broca; evita que la Broca se multiplique libremente; baja el nivel de infestación de Broca; reduce el daño de la cosecha y evita que el café se caiga. El Re-Re es rentable porque le ayuda a producir café tipo Federación.

■ **Control Biológico**

Las avispas y los hongos son otros componentes del manejo integrado de la Broca.

El hongo Beauveria Bassiana, es un moho blanco que se asperja a los cafetales para que se establezca y mate parte de la población de Broca.

Con los Grupos Cafeteros, se hace una demostración de método para que el agricultor y su familia lo pueda producir en su finca. En la Seccional se van a producir 6.000 botellas de hongo Beauveria Bassiana para regalar.

■ **Control Químico**

Es otro componente del manejo integrado de la plaga.

La Federación está recomendando para casos especiales productos de Categoría Toxicológica III (moderadamente tóxico) como el Actellic 50 EC (BASF), ingrediente activo: pirimifos-metil o (2-Dietilamino-6-metil-Pirimidin-4-il) o, O-Dimetil fosforotioato, 500 gramos por litro de formulación a 20 grados centígrados; ingredientes inertes: Emulsificantes aniónicos y no iónicos.

3. Resultados

Las actividades educativas, realizadas a la fecha, con tres prácticos de extensión y con un agrónomo, son las siguientes:

Tabla 1.

| Actividades de Extensión | Número de Eventos | Número de Participantes/Usuarios |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Reuniones | 144 | 2,145 |
| Cursos cortos a técnicos | 1 | 7 |
| Demostraciones método | 100 | 2,121 |
| Visitas a finca | 387 | 434 |
| Plegables | --- | 2,800 |
| Afiches | --- | 650 |
| Medios masivos radiales: 75 min. | | |
| Perifoneo: 10 horas | | |

Se han presentado 12 alarmas de Broca y solamente una fue verdadera. El 28 de Octubre de 1993 se detecto la Broca, en la finca Chiflas, vereda San Antonio, municipio de Aratoca, en un lote de 1.100 matas de café variedad Colombia de 2.5 años de edad. Como era un lote aislado, despues de una revision de todos los cafetales de las veredas: San Antonio, San Pedro Chiflas y San Pedro Pantano y constatando la no presencia de la Broca, se procedio a erradicar el foco, primero haciendo una cosecha sanitaria de todos los frutos y sumergiendolos en malathion para luego enterrarlos, y despues eliminando el lote de café que se compra al caficultor.

5. Conclusiones

1. La campaña se inició barriendo todas las veredas de los municipios cafeteros de la Seccional. Donde nos ha fallado la asistencia volvemos a dictar las charlas de broca.
2. La campaña se inició dictando las charlas con los agricultores (esposo-esposa).
3. Se contrató un Ingeniero Agrónomo, de tiempo completo, para revisar finca a finca los lotes de café, en la zona de Aratoca.
4. En este año iniciamos una campaña para capacitar a los niños de las escuelas y a los cogedores de café (cosecheros).
5. Estamos llevando costos a nivel de finca, para averiguar cuanto nos vale hacer el control cultural (Re-Re), cada 20 días en épocas de no cosecha.
6. En toda reunión que se realice diariamente con los grupos de cafeteros, además de otros temas, siempre se seguirá hablando de Broca. Seguimos en la campaña de humanización para convencer al caficultor que el problema de la Broca no es individual sino comunitario.
7. Nuestra campaña va dirigida con énfasis a la revisión de los cafetales y con la experiencia de otros Departamentos informamos que el control de la Broca, no se debe hacer con insecticidas, sino con el control cultural y el control biológico mediante el hongo Beauveria Bassiana.

6. Bibliografía

ARCILA, Jaime. BUSTILLO, Alex. Crecimiento y Desarrollo del Fruto del Café y su relación con la Broca. Avances Técnicos Cenicafé No. 194. Septiembre 1993.

BENAVIDES, Marcial. La Broca del Café. Avances Técnicos Cenicafé No. 41. Abril 1975.

CARDENAS, M. Reinaldo. Biología, Hábitos y Control Cultural de la Broca del Café. Conferencia Simposio Broca del Cafeto. Manizales. s.f.

FEDERACAFE. Boletín de Extensión No. 74. Manejo Integrado de la Broca. 2a. Edición Mayo de 1993.

FEDERACAFE. Curso Broca. Dictado por Héctor Arévalo y Marcial Benavides. 1987, 1989 y 1993.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Claudio Fuentes¹

Resumen

En las provincias Guanentá y Comuneros se cultiva el tomate en un área superior a las 350 has. al año, por unos 380 productores, con un volumen de producción de 10.500 ton., generando unos 220.500 jornales. El incremento acelerado en su superficie cultivada ha traído como consecuencia una serie de problemas de plagas para cuyo control, el agricultor está empleando una gran gama de pesticidas altamente tóxicos, caros y en dosis por encima de las recomendadas, encareciendo el producto y afectando el ecosistema y la salud humana. Buscando introducir y fomentar el uso del manejo integrado de plagas, el ICA en 1991 inició en la zona algunos trabajos de validación de ajuste tecnológico con énfasis en el control biológico y la reducción de las dosis de fungicidas. Para validar en la región la dosis correcta del fungicida más usado por el productor, el Manzate 200, el cual el agricultor utiliza en dosis de 5 kg/ha/aplicación, se trabajó con las dosis de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 Kg/ha./aplicación, encontrándose que estadísticamente y económicamente, la menor incidencia de los Tizonos temprano (*Alternaria solani*) y tardío (*Phytophthora infestans*) y los mayores rendimientos se lograron con la dosis de 3 kilogramos por hectárea por aplicación, con frecuencia de aplicación no cronológica (calendario), sino cuando las condiciones del clima así lo exijan. Como acción preliminar, para evaluar la eficacia del control biológico del pasador del fruto del tomate (*Neoleusnodes elegantis*), principal plaga de la zona, se realizaron tres parcelas con el uso de la avispa parasitoide *Trichogramma pretiosum*, haciendo liberaciones cada 8 días durante 8 semanas y del *Bacillus thuringiensis* aplicado antes de la floración y durante la frutación. Se logró rendimientos entre los 22,8 y 32,6 Ton./ha., con daños del pasador de solo entre 0 y 1% en la producción, a un costo menor por unidad de superficie y sin alterar el medio ambiente y la salud humana.

¹ Ingeniero Agrónomo, ICA-San Gil, Santander.

1. Introducción

En el área de influencia del CRECED Guanentá-Comunero, se cultiva el tomate en una extensión superior a las 350 has. al año, por unos 380 productores que con un promedio de 30 ton/ha., producen el volumen total de 10.500 ton. del producto, con destino a los mercados de consumo de Bogotá y Bucaramanga, generando empleo a unos 220.500 jornaleros anuales.

El área cultivada se ha venido incrementando significativamente en los últimos años, debido a la demanda en la zona, dada la gran calidad que muestra el fruto obtenido en la región. Por lo anterior, así mismo se ha venido acumulando una serie de problemas fitosanitarios que disminuyen los rendimientos, como el pasador del fruto Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Pyralidae), el cogollero Scrobipalpula absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) y los tizones tardío (Phytophthora infestans) y temprano (Alternaria solani), para los cuales, el agricultor en su afán de controlarlos, está empleando una gran gama de pesticidas altamente tóxicos y en dosis exageradas afectando la rentabilidad del cultivo y poniendo en grave peligro la salud de quienes aplican y de quienes consumen el producto.

Es más, muchos comerciantes intermediarios exigen, como garantía para conservar la sanidad del fruto, envenenarlo después de recolectado y antes de su entrega. Durante 1992, el hospital regional de San Gil, reportó más de 10 casos de cáncer digestivo lo que se podría considerar como ocasionado por el consumo de frutos intoxicados.

Desde 1991 el ICA inició una serie de trabajos de validación y ajuste buscando introducir y fomentar en la región el uso del manejo integrado de plagas con énfasis en el control biológico.

2. Revisión de Literatura

En el "Diagnóstico del Cultivo de Tomate en la zona metropolitana de Bucaramanga" por José Aicardo Martínez y colaboradores, se presentan los plaguicidas más usados, sus dosis y número de aplicaciones, lo cual por observaciones de campo, son muy coincidentes con lo que ocurre en el CRECED Guanentá-Comunero.

Cuadro 1. PLAGUICIDAS USADOS EN EL CULTIVO DEL TOMATE

| Producto | % de Utilización por los Agricultores |
|--------------------------------|--|
| AMBUSH | 60 |
| MONITOR | 28 |
| CURACRON | 24 |
| TAMARON | 16 |
| BAYTROIDE | 8 |
| LANNATE | 4 |
| DECIS, KARATE, FASTAK, EVISECT | 40 |
| MANZATE 200 | 68 |
| DITHANE M-45 | 20 |
| RIDOMIL | 20 |
| ANTRACOL | 12 |
| BRAVO 500 | 4 |
| OXICLORURO DE COBRE | 4 |

Cuadro 2. DOSIS UTILIZADAS

| Producto | Dosis Promedio | Recomendación del Fabricante |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------------|
| AMBUSH | 0,45 Lt/ha. | 0,34 Lt/ha. |
| MONITOR | 1,85 Lt/ha. | 1,50 Lt/ha. |
| CURACRON | 0,75 Lt/ha. | 1,50 Lt/ha. |
| TAMARON | 2,00 Lt/ha. | 1,00 Lt/ha. |
| BAYTROIDE | 0,60 Lt/ha. | 0,50 Lt/ha. |
| LANNATE | 2,00 Kg/ha. | 0,25-0,50 Kg/ha. |
| MANZATE 200 | 7,00 Kg/ha. | 3,00-4,00 Kg/ha. |
| DITHANE M-45 | 5,00 Kg/ha. | 2,50 Kg/ha. |
| RIDOMIL | 5,00 Kg/ha. | 2,50 Kg/ha. |

Cuadro 3. FRECUENCIA DE APLICACION

| Producto | Número Aplicaciones durante Período Vegetativo (90 días) |
|-----------------|---|
| AMBUSH | 10 |
| MONITOR | 15 |
| CURACRON | 18 |
| TAMARON | 17 |
| BAYTROIDE | 18 |
| LANNATE | 15 |
| MANZATE 200 | 20 |
| DITHANE M-45 | 20 |
| RIDOMIL | 8 |

Cuadro 4. VOLUMENES DE MEZCLA POR HECTAREA

| Volumen de Mezcla en la Aplicación de Plaguicidas | % de Productores |
|--|-------------------------|
| Menos de 500 lts. | 4 |
| 500 a 1.000 lts. | 16 |
| 1.000 a 1.500 lts | 20 |
| 1.500 a 2.000 lts. | 36 |
| Más de 2.000 lts. | 24 |

Cuadro 5. COSECHA DEL PRODUCTO

| Tiempo que dejan entre la Última Aplicación y la Cosecha | % de Productores |
|---|-------------------------|
| Hasta medio día | 76 |
| Hasta 3 días | 20 |
| Hasta 8 días | 4 |

3. Resultados

3.1. Evaluación de la Dosis del Fungicida Manzate 200 en la Prevención de Enfermedades del Tomate

Materiales y Métodos

El fungicida más usado por el productor de tomate es el Manzate 200. Su dosis es de más o menos 5 Kg/ha. por aplicación, haciendo por lo general dos aplicaciones semanales.

En dos localidades se realizó un ensayo para evaluar las dosis de 0, 1, 2, 3, 4, 5 Kg/ha., en un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones por localidad, parcelas de 4 surcos de 5 metros de largo, con distancias de siembra de 1,0 x 0,4 mts y fertilización con 10-30-10 en dosis de 25 grs por planta, aplicado enterrado, a los 8 días del transplante. El control de plagas se hizo según lo acostumbrado por el agricultor. Se utilizó la variedad Río grande.

Resultados

Localidad 1: San Gil - La Flora

Cuadro 6. INCIDENCIA PROMEDIO DE ENFERMEDADES POR TRATAMIENTO

| Tratamiento | Incidencia* |
|-------------|-------------|
| 0 | 3,66 |
| 1 | 3,00 |
| 2 | 2,66 |
| 3 | 2,50 |
| 4 | 3,00 |
| 5 | 3,50 |

* 1 = Sana

5 = Muy afectada

Cuadro 7. RENDIMIENTOS PROMEDIO POR HECTAREA

| Tratamiento | ton/ha. |
|-------------|---------|
| 0 Kls/ha. | 35,2 |
| 1 | 41,8 |
| 2 | 41,1 |
| 3 | 46,7 |
| 4 | 44,2 |
| 5 | 45,6 |

Estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos. Económicamente el mejor tratamiento lo constituye la aplicación de 3 kgs. de Manzate 200 por ha. por aplicación, con una tasa de retorno marginal de 571%.

Localidad 2: San Gil - Guarigua

Cuadro 8. RENDIMIENTOS PROMEDIOS POR HECTAREA

| Tratamiento | Rendimiento Promedio (Ton/ha.) |
|-------------|--------------------------------|
| 0 Kls/ha. | 25,63 |
| 1 | 36,57 |
| 2 | 35,53 |
| 3 | 36,83 |
| 4 | 29,93 |
| 5 | 30,87 |

Estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos. Económicamente los mejores tratamientos fueron las dosis de 1 Kg/ha./aplicación, con una tasa de retorno marginal de 1652% y la dosis de 3 Kg/ha./ aplicación con un retorno marginal de 30%.

Conclusiones

- Los mejores rendimientos agronómicos y económicos se logran con la dosis de Manzate 200 de 3 kgs/ha. por aplicación.
- Los resultados de esta investigación son concordantes con las dosis recomendadas por el fabricante.
- Los agricultores están perdiendo dinero, intoxicando la humanidad y afectando gravemente el ecosistema con aplicaciones irracionales de pesticidas, sin resultados positivos.

Recomendaciones

- La prevención de las enfermedades denominadas Tizón temprano y tardío se logra eficazmente con aplicaciones de Manzate 200 en dosis de 3 kgs/ha. por aplicación.
- Las aplicaciones no se deben hacer con frecuencia calendario, por ejemplo 2 días fijos por semana, como acostumbra hacerlo el agricultor, sino de acuerdo a las condiciones del clima y a las exigencias del cultivo, para evitar exageradas e inútiles aplicaciones.
- Es conveniente realizar podas periódicas de las partes más afectadas de las plantas.
- En épocas lluviosas o cuando se utilice el riego por aspersión, conviene el uso de productos pegantes, que eviten el lavado de los fungicidas protectantes.
- Es necesario el uso alternado de fungicidas protectantes y sistémicos, para lograr mayor eficacia y evitar que los patógenos adquieran resistencia a la aplicación continuada de un solo producto.

3.2. Manejo Integrado de Plagas

Materiales y Métodos

Siembra de lote de 500 plantas de tomate de la variedad Riogrande, con distancias entre 1.0 x 0,40 mts y como fertilización se aplicó, 10 días después del transplante, 25 grs. por planta de 10-30-10.

Para el control de enfermedades se empleó el Dithane M-45 y para controlar al cogollero del tomate y el pasador del fruto se usó sólo biológicos: Trichogramma pretiosum (100 pulgadas por hectárea por aplicación), haciendo liberaciones cada 8 días durante 8 semanas y Bacillus thuringiensis, usando el producto comercial Dipel, en dosis de 20 grs./bomba de 20 lts, aplicando antes de la floración y durante la frutación. Ante un ataque de ácaro, se controló con dos aplicaciones de Elosal 500.

Resultados

Se logró un rendimiento para la parcela de 652 kgs (32,600 Kgs/ha.) de tomate totalmente sano. No se presentó ni un solo tomate picado por el pasador de fruto.

Luego se sembró una parcela demostrativa de 2,500 plantas de tomate de la variedad Río grande, con la misma tecnología empleada en la parcela del semestre anterior, 1991A. Se presentó leve incidencia de áfidos y mosca blanca, pero no se aplicó ningún insecticida químico. Se logró un rendimiento de 2,904 kgs. para la parcela (29,040 Kgs/ha.), de lo cual solo un 0.04% de la producción resultó perforado por el pasador del fruto.

Finalmente se estableció una parcela comercial de 25,000 plantas de tomate de la variedad Río grande, con distancias de siembra de 1.0 x 0.4 mts, fertilización de 25 grs. de 10-30-10 aplicado 22 días después del transplante. La prevención de enfermedades se hizo mediante la aplicación de Manzate-200 en dosis de 3 Kgs./ha. semanalmente y 2 aplicaciones intercaladas con Ridomil en época de abundantes lluvias. Se hizo liberaciones de Trichogramma pretiosum cada 8 días durante 8 semanas, en proporción de 100 pulgadas por hectárea. Al momento de la floración y durante la frutación se hizo aspersiones con Dipel (Bacillus thuringiensis). Se obtuvo en la hectárea sembrada un rendimiento de 22,575 kgs. de tomate sano y 218 kgs. de frutos afectados, esto es, un 0.95% de tomate picado por el gusano pasador del fruto.

Conclusiones

- Para nuestra región, es factible el uso del control biológico para contrarrestar la incidencia de plagas problema del cultivo del tomate.
- La liberación del Trichogramma pretiosum y las aplicaciones del Bacillus thuringiensis fueron muy eficaces y económicas en el control del gusano pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis), evitándose la aplicación de insecticidas químicos.
- Con el uso del control biológico se obtienen frutos sanos, no intoxicados, que preservan la salud humana, sin que afecten el ecosistema y la producción, lográndose así la sostenibilidad de su explotación
- Proyectándonos hacia 1993, según los cálculos realizados, el costo por hectárea para el control de insectos, usando productos biológicos es de \$222,000. mientras mediante el empleo de agroquímicos es del orden de \$532,000.

Recomendaciones

Se hace indispensable motivar y concientizar a productores y técnicos, en el uso implazable y masivo del manejo integrado de plagas en la región, especialmente en el cultivo de tomate.

4. Bibliografía

MARTINEZ, J. A. et al. 1991. Diagnóstico del Cultivo de Tomate en la zona Metropolitana de Bucaramanga. ICA. Informe Técnico No. 56. Bucaramanga. 31 pp.

LA PRODUCCION DE CEBOLLA DE RAMA (*Allium fistulosum*) EN BARICHARA (SANTANDER, COLOMBIA) Y LA FACTIBILIDAD DE UNA PRODUCCION LIBRE DE PESTICIDAS¹

Alfonso Peñaranda²
Adrian Maître³

Resumen

La producción de cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en Barichara puede considerarse por su antigüedad, sus altos niveles de rendimiento y por su rol económico como un caso de producción sostenible. El aspecto crítico, sin embargo, es el uso incipiente de pesticidas. El 60% de los agricultores busca controlar la chinche de la viruela (*Cyrtomenus bergi* Froeschner) mediante la aplicación de insecticidas. El mildew veloso, enfermedad fungosa ocasionada por *Peronospora destructor* no se controla. Según la hipótesis de trabajo de los autores, el mildew veloso ocasiona más daños a la producción de cebolla que la chinche de la viruela. Por lo tanto, y de común acuerdo con los productores se inició un programa de control no-químico del hongo. Para tal efecto se elaboró con base a una revisión de la literatura, un listado con posibles medidas y se realizó un primer ensayo exploratorio de control.

¹ El trabajo de campo fué apoyado por la Cooperativa Multiservicios de Barichara (COMULSEB). Véase Maître y Peñaranda (1993).

² Ingeniero Agrónomo. Durante la realización del estudio de base con CIAT.

³ Antropólogo. Programa de Frijol. CIAT.

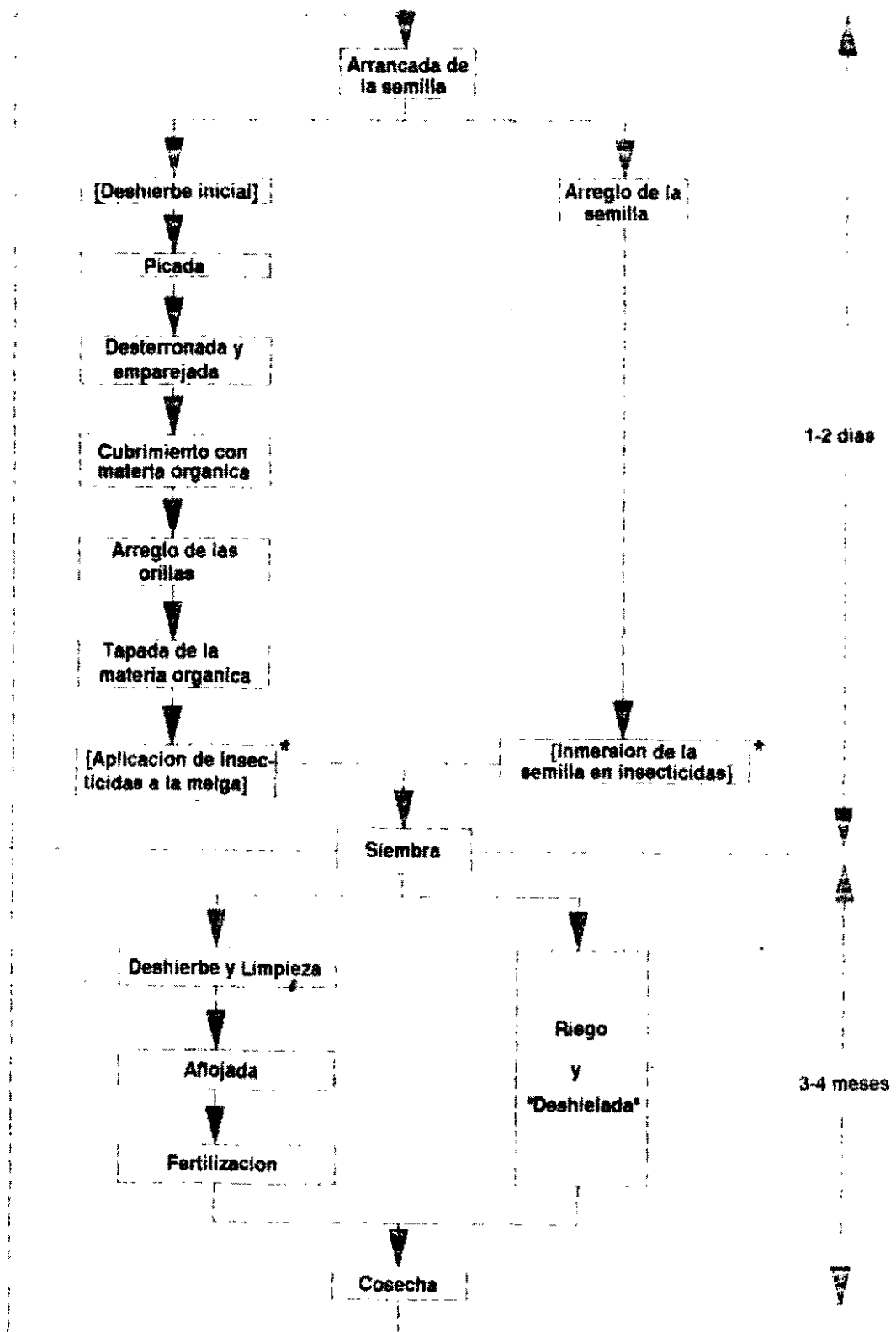
1. Introducción

En algunas veredas del municipio de Barichara se observa una producción de hortalizas cuyo destino es el mercado. Esta producción ha sido dirigida exclusivamente por los agricultores ya que no han recibido apoyo técnico por parte de las instituciones. Otros aspectos de la producción de hortalizas en Barichara son:

- El manejo de agua para riego (mediante pozos, jaweyes o tanques)
- El manejo de materia orgánica (residuos de cosecha, materia orgánica extraída de los cafetales, gramíneas encontradas en las lomas)
- Una producción permanente (en una zona caracterizada por una época seca de aprox. 4 meses)
- La huerta como elemento de diversificación dentro de la finca
- El predominio de cebolla de rama dentro de la huerta, acentuado por el unicultivo permanente mediante propagación vegetativa
- El uso de fertilizantes químicos
- El uso de pesticidas (principalmente insecticidas)

El mencionado manejo agronómico local incluye una secuencia de labores bien definidas como lo muestra el gráfico 1. En Maître y Peñaranda (1993) se encuentra una descripción detallada de las respectivas labores.

Resumen de las Labores Realizadas en la Producción de Cebolla



[] = Labor facultativa
 * Se realiza o la aplicación a la meiga o la inmersión de la semilla

Grafico 1

Los rendimientos obtenidos en el cultivo de la cebolla de rama son muy altos (49t/ha en promedio) y se deben a los siguientes factores: La repetida incorporación de materia orgánica, el uso de agua de riego y la aplicación de fertilizante químico (coeficiente de correlación entre rendimiento y fertilización química $r = 0.86$).

Las áreas destinadas al cultivo de cebolla son pequeñas (en promedio 400 m², casos excepcionales con 1000 m² o más). El área total bajo cebolla de rama en Barichara es de 3 has. Sin embargo, el valor de la producción total de cebolla en Barichara representa un 13% el valor correspondiente al cultivo de frijol, un 10% para el caso del tabaco y un 33% en el caso del café⁴, mientras el área bajo cebolla equivale a tan solo el 0.6% a 1% del área de estos otros cultivos.

La rentabilidad del cultivo es muy buena, puesto que los costos de producción por hectárea son de unos 10 millones de Pesos y los ingresos ascienden a unos 15 millones de Pesos. Sin embargo, el aspecto económico más importante está representado en las siembras y cosechas escalonadas las cuales permiten a los agricultores obtener ingresos semanales destinados a la adquisición de aquellos productos de primera necesidad que no se obtienen en la finca.

Maître y Peñaranda (1993) sostienen que ni el monocultivo y la orientación hacia el mercado, ni el uso de fertilizantes químicos son incompatibles con una producción sostenible. Sin embargo, pensamos que el uso de pesticidas en la huerta es el aspecto más crítico para una mayor sostenibilidad de la producción de hortalizas en Barichara. Por tratarse en el caso de las hortalizas de un producto que se suele consumir en estado fresco y cuyo valor nutritivo es alto, es quizás más urgente contar con una producción libre de pesticidas.

Cabe subrayar que el manejo de plagas y enfermedades de las hortalizas en Barichara no está fuera de control todavía. El uso de pesticidas es en realidad limitado. Por lo tanto, se nos presenta una oportunidad de evitar las trampas del control químico como medida exclusiva como se observa por ejemplo en el cultivo de tomate en la misma zona.

Además, por el reducido número de productores (70-80) y el área total pequeña pero a la vez por la importancia económica de la cebolla, este renglón se prestaría como caso piloto para el desarrollo de un manejo integrado y en lo posible no químico de los problemas fitosanitarios en la zona.

⁴ Suponiendo 500 ha. de frijol y tabaco respectivamente y 300 ha. de café.

El presente trabajo pretende dar un primer paso mediante:

- Un análisis del uso de pesticidas por los agricultores
- La descripción de los dos problemas fitosanitarios principales de la cebolla de rama en Barichara
- Una primera revisión de las posibilidades de control no químico de la enfermedad principal de la cebolla de rama
- El informe sobre una primera prueba de control no químico de la enfermedad

2. Revisión de Literatura

Cebolla de Rama

La cebolla de rama es uno de los cultivos de hortalizas más importantes en Colombia al lado del tomate, de la cebolla de bulbo (Allium cepa), el repollo, la coliflor, la zanahoria y la lechuga. Según el ICA (1983: 10, 329) había en 1979 entre 5,500 y 6,500 hectáreas bajo este cultivo, siendo las zonas productoras importantes Aquitanía (Boyacá), diversos municipios de la Sabana de Bogotá, Tenerife (Valle del Cauca) y otros. La cebolla de rama prospera más en los climas frío y medio, es decir entre 1,500 y 3,000 m.s.n.m. (ICA 1583: 330). La zona productora de Barichara queda en el límite inferior. Se le asigna a la cebolla de rama una cierta tolerancia a las condiciones de sequía, característica relevante para las condiciones de Barichara, donde se observa una distribución irregular de la precipitación y un período seco de aprox. 4 meses por año.

Arana (1992) describe los efectos sociales del cultivo de cebolla de rama en Tenerife (Valle del Cauca) y Raymond (1990) analiza la situación socioeconómica en la zona de Aquitanía (Boyacá). Sobre la misma zona se encuentra información agronómica en Arjona (1981).

Problemas Fitosanitarios de la Cebolla de Rama

"En general puede decirse que en la cebolla las enfermedades presentan mayores problemas que las plagas. Esta situación se debe en gran parte a que las condiciones de la humedad favorecen el desarrollo de microorganismos perjudiciales para la cebolla, además la especialización de las zonas cebolleras facilita la proliferación de patógenos de una manera acelerada, situación que se está agravando paulatinamente." (ICA 1983: 341)

A parte de pudriciones bacteriales existen varios hongos los cuales atacan la cebolla de bulbo y de rama como Peronospora destructor (agente causante del mildew vellosa), Botrytis allii (pudrición del cuello), Alternaria porri (mancha púrpura), Fusarium oxysporum (pudrición basal blanca), Pyrenochaeta terrestris (raíz rosada), Sclerotium cepivorum (pudrición blanca) y Urocystis cepulae (carbón) (ICA 1983: 341-349). Adicionalmente FAO (1990) menciona Colletotrichum circinans (antracnosis), Heterosporium allii (moho grisáceo), Penicillium corymbiferum (moho azul) y Aspergillus niger (moho negro).

Igualmente se observa ataques de nemátodos y problemas de virosis (ICA 1983, FAO 1990).

En cuanto a plagas se observa dentro de las más comunes: babosas, caracoles, mil pies, trips (Thrips tabaci), trozadores (Agrotis ipsilon), cogolleros (Spodoptera frugiperda) y comedores de follaje como Heliothis spp. y Trichoplusia ni). También existen cucarroncitos de la hoja (Diabrotica, Ceratoma, Systema y otras) y la mosca de la cebolla (Hylemia o Delia antiqua). (ICA 1983, FAO 1990).

3. Metodología

El estudio tuvo una fase de obtención de datos a nivel de campo de 2.5 meses. Se realizó una fase de sondeo preliminar con base al cual se escogieron 10 huertas de observación. Estas huertas se han visitado frecuentemente para conocer las labores culturales, prácticas de fertilización y control químico, manejo de agua, materia orgánica, rendimientos y otros aspectos. Todo lo anterior mediante observación directa y medición como también a través de conversaciones informales con los agricultores.

Adicionalmente se entrevistaron 30 agricultores sobre aspectos del uso de pesticidas, su actitud frente al uso de pesticidas y sobre aspectos económicos (costos de producción y mercadeo).

Otra encuesta más corta se aplicó a 30 agricultores dueños de huerta en Barichara, buscando información básica sobre el tamaño de la huerta, cultivos sembrados, ventas semanales y control químico.

Finalmente, se realizó una serie de reuniones con agricultores, en las cuales se presentaron algunos resultados del estudio y se discutieron posibles líneas de acción en cuanto al control no químico de problemas fitosanitarios.

4. Resultados y Discusión

Uso de pesticidas

Un 61% de los agricultores entrevistados aplica algún tipo de pesticida en por lo menos un cultivo de la huerta (Cuadro 1).

**Cuadro 1. USO DE PESTICIDAS EN LA HUERTA
Barichara (Santander, Colombia) 1993.**

| | |
|-----------|-------|
| Aplica | 60.6% |
| No aplica | 39.4% |

Un 59% de los productores de cebolla aplica pesticidas en este cultivo (Cuadro 2).

**Cuadro 2. USO DE PESTICIDAS EN LA CEBOLLA
Barichara (Santander, Colombia). 1993.**

| | |
|-----------|-------|
| Aplica | 58.7% |
| No aplica | 41.3% |

Los agricultores mencionan como plagas importantes el "coco", el caracol, la babosa y el cienpies. En cuanto a enfermedades la más preocupante para los productores es el "hielo negro".

En el cultivo de la cebolla el uso de insecticidas es mucho más importante que el uso de fungicidas. De los agricultores que aplican pesticidas, el 97% recurre a insecticidas. Al uso de fungicidas solo recurre un 3%. Los insecticidas más usados son: Lorsban, Furadan y Orthene. El Cuadro 3 muestra la frecuencia de uso de los productos y el problema que el agricultor desea solucionar.

Cuadro 3. CONTROL QUIMICO EN EL CULTIVO DE LA CEBOLLA

| | Producto | Problema | No. Agricult. | % Agricult. |
|-----------------|--------------------|---------------------------------------|---------------|-------------|
| A. Insecticidas | Lorsban | Coco>Caracol>Babosa+Gusano tierrero | 24 | 64.9 |
| | Furadan | Coco>Caracol>Cienpies+Gusano tierrero | 11 | 29.7 |
| | Orthene | Coco>Caracol | 5 | 13.5 |
| | Otros insecticidas | Coco>otras plagas | 7 | 18.9 |
| B. Fungicidas | Antracol | Hielo negro | 1 | 2.7 |

Hay cuatro formas de aplicación de los insecticidas en el cultivo de la cebolla.

1. Inmersión de la raíz de la planta en una solución concentrada ("lechada") de pesticida con agua. Se realiza la inmersión en pretransplante (INM).
2. Aplicación al suelo por espolvoreo sobre la melga en pretransplante (SUE).
3. Aplicación al suelo en forma localizada luego de la siembra (cerca de las plantas) (APL).
4. Mezclado con fertilizante (FER).

El Cuadro 4 indica las respectivas frecuencias por producto y modalidad de aplicación.

Cuadro 4. FRECUENCIAS Y MODALIDAD DE APLICACION POR PRODUCTO

| Producto | Modalidad | Frecuencia | No. de Agricultores | % de Agricultores |
|--------------------|-----------|------------|---------------------|-------------------|
| LORSBAN | INM | 1X | 10 | 27.0 |
| | FER | 1X - 2X | 7 | 18.9 |
| | SUE | 1X | 5 | 13.5 |
| | APL | 1X | 1 | 2.7 |
| | SIN DATO | | 1 | 2.7 |
| FURADAN | SUE | 1X | 5 | 13.5 |
| | APL | 1X | 3 | 8.1 |
| | FER | 1X | 2 | 5.4 |
| | SIN DATO | 1X | 1 | 2.7 |
| ORTHENE | INM | 1X | 3 | 8.1 |
| | APL | 1X | 1 | 2.7 |
| | FER | 2X | 1 | 2.7 |
| OTROS INSECTICIDAS | INM | 1X | 3 | 8.1 |
| | APL | 1X | 1 | 2.75 |
| | SIN DATO | | 3 | 8.1 |

Los Principales Problemas Fitosanitarios de la Cebolla

Los dos problemas principales de la cebolla de rama en Barichara son el "coco" (chinche de la viruela) como plaga y el "hielo negro" (mildeu veloso) como enfermedad fungosa.

El "coco" es la "chinche de la viruela" Cyrtomenus bergi Froeschner [Arias y Bellotti (1985)].

Al comparar los datos del grupo de agricultores quienes no aplican insecticidas en cebolla con el grupo de los que sí aplican, se observa que quienes no aplican ningún insecticida, por lo menos no obtienen una merma en el rendimiento. Estos datos se refieren a 8 de los 10 lotes de observación (Cuadro 5).

Cuadro 5. RENDIMIENTO DE CEBOLLA CON Y SIN USO DE INSECTICIDAS

| | |
|---------------------|--------------|
| No aplican (n = 3) | 52.3 Ton/ha. |
| Sí aplican (n = 5) | 46.3 Ton/ha. |

Lo que no se sabe aún es si la decisión de aplicar o no aplicar insecticidas se toma a nivel individual -y por lo tanto se trataría de un uso irracional de insecticidas- o si quienes aplican tienen que enfrentar condiciones más desfavorables en cuanto a la incidencia de la plaga.

Los agricultores al intentar de explicar la decisión de aplicar o no insecticidas contra el coco, llegaron a sospechar un efecto del tipo de suelo sobre la incidencia de la plaga. Entonces se agruparon los agricultores en base al criterio de suelo suelto (arenoso) vs. un suelo pesado (arcilloso), asumiendo que el suelo suelto representa un ambiente más favorable para el coco. Esta hipótesis se pudo verificar mediante el siguiente cuadro (Cuadro 6).

Cuadro 6. POSIBLE EFECTO DEL TIPO DE SUELO SOBRE LA INCIDENCIA DEL COCO EN LA CEBOLLA Y EL USO DE INSECTICIDAS

| Ubicación de la Huerta | Aplican | No aplican |
|------------------------|---------|------------|
| Suelo suelto | 28 | 1 |
| Suelo arcilloso | 5 | 25 |

Sobre la chinche de la viruela falta información en cuanto aspectos ecológicos y de manejo en el cultivo de la cebolla. De ella se sabe que fué reportada por el ICA como causante de daños en cebolla de bulbo. Sin embargo, la información existente relaciona esta especie principalmente con daños en el cultivo de la yuca Castaño et al. 1985, Arias y Bellotti 1985).

La enfermedad conocida localmente como "hielo negro" es el mildew veloso causada por el hongo Peronospora destructor (Berk)⁵.

⁵ Según el resultado del análisis efectuado en el ICA, División de Sanidad Vegetal, Tibaitatá con base a muestras enviadas por los autores del presente informe.

Los productores casi no aplican fungicidas. La incidencia del mildew veloso es mayor en condiciones húmedas y algo frías. En épocas secas puede detenerse la enfermedad y en siembras nuevas no presentarse. Los intentos de control químico que han realizado algunos agricultores han fracasado.

Debido al cultivo continuo, el uso de material vegetativo en la misma melga y las condiciones de humedad permanente, se presume que se han formado condiciones muy favorables para el desarrollo y la permanencia del hongo, lo cual explicaría la dificultad para implementar una medida (química) de protección.

Hipótesis de Trabajo

De acuerdo a nuestras observaciones sobre los inconvenientes fitosanitarios, se llegó a formular la hipótesis de trabajo, según la cual el mildew veloso contra el cual no se toman medidas es el limitante más serio de la producción de cebolla que la chinche de la viruela, la cual en un 60% de las huertas se trata de controlar químicamente.

Inicio del Programa de Manejo Químico de Plagas y Enfermedades

En ocasión de una reunión se dieron a conocer a los agricultores los resultados del estudio de base⁶; se recogieron las inquietudes y propuestas al respecto de los posibles trabajos de investigación y desarrollo dirigidos hacia la huerta y se planteó la estrategia de un manejo no químico de problemas fitosanitarios. Durante una segunda reunión con el recientemente formado Comité Técnico de Huerta, los productores solicitaron que se iniciaran trabajos relacionados con medidas de control del mildew veloso. Por lo tanto, los agricultores coincidieron con los técnicos en cuanto a la importancia que tenía el mildew veloso dentro de los problemas fitosanitarios⁷.

⁶ Incluyendo varios otros aspectos de acuerdo a Maître y Peñaranda (1993).

⁷ De esta manera se justifica por qué se han iniciado trabajos dirigidos hacia el control no-químico del mildew veloso -contra el cual no se toma medidas- en lugar de haber empezado con la chinche de la viruela.

Se recopilaron varias medidas de control de Peronospora destructor entre protección natural, control cultural y químico y otras que la literatura reporta como efectivas o potencialmente efectivas para el manejo de la enfermedad (Cuadro 7).

Cuadro 7. POSIBLES MEDIDAS DE CONTROL PARA EL MILDEU VELLOSO EN CEBOLLA

| Medida | Específico | Efecto Esperado | Problema | Fuente |
|---|------------|--|--|--|
| 1. TRATAMIENTO DE LA SEMILLA Con agua caliente 50°C/25' | Sí | Desinfección natural a la semilla | Riesgo de daño fisiológico a la semilla | FAO 1990: 26 |
| 2. TRATAMIENTO DE LA SEMILLA ■ Con fungicida | Sí | Desinfección de la semilla | Se descartó el uso de fungicidas | ----- |
| 3. APLICACION PREPARADO EN BASE A HOJAS DE PAPAYO | No | Efecto fungicida | | Stoll 1986:120-121 |
| 4. APLICACION PREPARADO A BASE DE CENIZA | No | Efecto fungicida | | Stoll 1986: 127 |
| 5. APLICACION PREPARADO A BASE DE COLA DE CABALLO | No | Efecto fungicida | [No tuvo efecto] | Caballero y Montes 1990 |
| 6. ENCALAMIENTO | No | Crea ambiente menos propicio para el hongo | En muchas huertas el pH. es ya alto (6-7) | ----- |
| 7. FERTILIZACION ■ Reducir N ■ Aumentar K ■ Mejorar relación Ca/Mg | No | Generar en la planta menor susceptibilidad al ataque del hongo | Faltan mayores conocimientos sobre el tema | ----- |
| 8. TRATAMIENTO DE LA MELGA CON CALOR ■ Seco ■ Húmedo | No | Desinfección del suelo de la melga | Altera el manejo de la huerta | ----- |
| 9. ROTACION DE CULTIVOS | No | Romper el ciclo del patógeno | Altera el manejo de la huerta, exige plan de siembra | FAO 1990: 26 |
| 10. ASOCIACION DE CULTIVOS | No | Disminuir la incidencia del hongo | Altera el manejo de la huerta | ---- |
| 11. ELIMINAR HOJAS AFECTADAS Y RESIDUOS DE COSECHA | No | Disminuir fuente del inóculo | [No fué efectivo en el primer ensayo] | ICA 1983: 343 |
| 12. APLICACION DE AZUFRE ELEMENTAL | Sí | Efecto fungicida | [No fué efectivo en el primer ensayo] | Rosenstein 1991 |
| 13. MANEJO DEL RIEGO | No | | | ICA 1983: 343 Agricultores |
| 14. COBRE/OXICLORURO DE COBRE | ? | Efecto fungicida | | ----- |
| 15. MANCÓZEB Dithane M-45 Manzate 200 | Sí | Efecto fungicida | Se descartó el uso de fungicidas | FAO 1990:26 Rosenstein 1991: 130; 209-230 |
| 16. FENTIN HIDROXIDO DE ESTAÑO Duter Bestanid | Sí | Efecto fungicida | Se descartó el uso de fungicidas | ICA 1983: 343 Rosenstein 1991: 96 |

| Medida | Específico | Efecto Esperado | Problema | Fuente |
|--|------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|
| 17. PROPINEB (Antracol) | Si | Efecto fungicida | Se descartó el uso de fungicidas | Agricultores Rosenstein 1991: 76 |
| 18. CLOROTALONIL Dacenil, Bravo 500 | Si | Efecto fungicida | Se descartó el uso de fungicidas | FAO 1990: 26 ICA 1983: 343 Rosenstein 1991: 95-96; 114 |
| 19. METATAXIL (Ridomil) | Si | Efecto fungicida | Se descartó el uso de fungicidas | FAO 1990: 26 Heitefuss 1987: 139-140 Rosenstein 1991: 247-248 |
| 20. PRODUCCIÓN DE SEMI- LLA LIBRE DEL PATOGENO | Si | Disminuir fuentes de inóculo | Altera el manejo de la huerta | FAO 1990: 26 |
| 21. VARIETADES RESIS- TENTES | Si | Resistencia genética | Al parecer no existen en el país | ----- |
| 22. CONTROL BIOLÓGICO | Si | Reducción de la incidencia | No se han identificado antagonistas | ----- |

Aparentemente no se han identificado todavía hongos antagonistas, de tal suerte que no se puede contar con el control biológico para Peronospora destructor. Dentro del control químico hay que destacar el Mancozeb por su menor toxicidad (Clase III), su acción específica contra Peronospora (según el fabricante) y su disponibilidad en la zona. En cuanto a productos en base a estaño (Fentin Hidróxido de Estaño) existen dudas respecto a la toxicidad y los residuos (Heitefuss 1987: 124). El Metataxil presenta inconvenientes en cuanto a la formación de resistencia en los patógenos (Heitefuss 1987: 134-140). Pero como se trata de obtener una producción libre de pesticidas, se busca evitar en lo posible el uso de fungicidas. Por lo tanto, favorecemos por el momento medidas tales como la aplicación de preparados vegetales (en base a hoja de papayo, en base a cola de caballo (Equisetum arvense) y similares) eliminación de residuos de cosecha (ICA 1983: 343), rotación de cultivos (FAO 1990: 26), el uso de Azufre (Heitefuss 1987: 121-122), el tratamiento de la melga con calor o el tratamiento de la "semilla" con agua caliente.

Algunas de estas medidas como la rotación de cultivos y el tratamiento de la semilla con agua caliente, ocasionarían una modificación y hasta alteración en el manejo actual de la huerta, exigiendo por ejemplo planes de siembra. Por lo tanto, se postergaron estas medidas en favor de otras, más sencillas.

Se definieron entonces, los siguientes tratamientos para un primer ensayo exploratorio:

- Aplicación de Azufre ELOSAL 720 AC + AGRAL 90
Elosal: Dosis de 1 Lt/ha. (indicación del fabricante)
Agral : Dosis de 5 cm³/Lt de agua
Frecuencia de aplicación: Quincenal (inicio 30 después del transplante.)
- Aplicación preparado vegetal con Cola de Caballo: 1 parte de extracto vegetal en 19 partes de agua.
Frecuencia de aplicación: semanal (inicio 15 días después del transplante)
- Testigo sin control
- Control químico (de acuerdo a la practica del agricultor) con oxycloruro de cobre (un sitio solamente)

Con las anteriores medidas seleccionadas se realizó un ensayo en cuatro sitios (veredas: San José Alto, San José Bajo, Paramito y Santa Elena). Las siembras se iniciaron en Agosto de 1993, a fin de que coincidiera el desarrollo del cultivo con la segunda temporada de lluvias. A manera de parcela dividida se aplicó a la mitad de cada parcela la eliminación de residuos y partes afectadas mientras a la otra no.

No se observaron diferencias en cuanto a la incidencia del mildew veloso. Consideramos conveniente seguir con la aplicación de azufre, aumentando la dosis y frecuencia de aplicación. Se descarta el uso de cola de caballo la cual -a pesar de que se cuenta con reportes que recomiendan su uso- tampoco dió resultado en otro ensayo de control de antracnosis en el cultivo de frijol.

5. Conclusión

1. La producción de cebolla en Barichara por su antigüedad, por su alto nivel de rendimiento, por proveer a las familias campesinas con los productos de primera necesidad, al parecer es un ejemplo de una producción sostenible.
2. El uso de fertilizantes presenta un beneficio agronómico y económico al aumentar la productividad por área y al hacer más eficiente el uso de riego. En el caso de la huerta no hay riesgos significativos de pérdidas en la producción por efectos del verano, pues los productores disponen de riego. De esta manera, están más dispuestos a aplicar insumos costosos en el cultivo de la cebolla, actitud contraria a la encontrada en el cultivo de frijol.
3. El aspecto más crítico para una mayor sostenibilidad o una mayor compatibilidad con la agroecología es el uso de pesticidas.
4. El 60% de los productores de cebolla utiliza pesticidas. Predomina el uso de insecticidas.
5. Los dos problemas principales a nivel fitosanitario son: El mildew veloso (Peronospora destructor) y la chinche de la viruela (Cyrtomenus Bergi Froeschner).
6. Según la hipótesis de trabajo el mildew veloso ocasiona un mayor daño a la producción de cebolla en Barichara, que la chinche de la viruela. No obstante, no se observan medidas de control contra la enfermedad.
7. Se elaboró un listado con 22 posibles medidas de control del mildew veloso
8. El primer ensayo el cual incluyó solamente medidas que no fueran químicas y que a la vez no alteraran el manejo actual de la huerta no arrojó resultados positivos.

6. Recomendaciones

1. Determinar el daño ocasionado por el "hielo negro" o mildew veloso (Peronospora destructor).
2. Determinar el daño causado por el "coco" o chinche de la viruela (Cyrtomenus bergi Froeschner).
3. Definir el umbral de acción para el caso de la chinche de la viruela
4. Identificar y comprobar medidas de control no químico para el mildew veloso.
5. Identificar y comprobar alternativas al control químico para el caso de la chinche de la viruela.
6. Seguir aplicando la metodología de la investigación participativa.

7. Bibliografía

ALTIERI, Miguel. Sustainable Agricultural Development in Latin America: Exploring the Possibilities. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39, 1992: 1-21.

ARANA, María. La Cebolla de Rama como Factor de Desarrollo Rural en la Región Andina. En: *Horticultura Moderna*, 15, 1992. 8, 10-11.

ARIAS, Bernardo. **BELLOTTI**, Anthony. Aspectos Ecológicos y de Manejo de *CYRTOMENUS BERGI FROESCHNER*, Chinche de la Viruela en el cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En: *Revista Colombiana de Entomología*, 11 (2), 1985: 42-46.

ARJONA, Harvey. El Cultivo de la Cebolla de Rama (*Allium fistulosum*) en el Area de Influencia de la Laguna de Tota - Boyacá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá. 1981.

CABALLERO, Alejandra. **MONTES**, Joel. (Eds.). *Agricultura Sostenible. Un acercamiento a la Permacultura*. Mexico. 1990.

CASTAÑO, Oscar et al. Efecto del HCN y de cultivos intercalados sobre el Daño Causado por el Chinche de la Viruela *CYRTOMENUS BERGI FROESCHNER* al Cultivo de la Yuca. En: *Revista Colombiana de Entomología*, 11 (2) 1985: 24-26.

FAO. Plagas de las Hortalizas. Manual de Manejo Integrado. Santiago de Chile. 1990.

ICA. Hortalizas. Manual de Asistencia Técnica. Bogotá. 1983.

MAITRE, Adrian. **PEÑARANDA**, Alfonso. Estudio de la Producción de Hortalizas en Barichara con Énfasis en el Cultivo de Cebolla. CIAT. San Gil. 1993.

RAYMOND, Pierre. El Lago de Tota Ahogado en Cebolla. Bogotá. 1990.

ROSENSTEIN, Emilio. *Diccionario de Especialidades Agroveterinarias*. Bogotá. 1991.

STOLL, Gaby. *Natural Crop Protection Based on Local Farm Resources in the Tropics and Subtropics*. Aichtal. 1986.

DESARROLLO Y OBTENCION DE UNA VARIEDAD DE TABACO NEGRO
(*Nicotiana tabacum* L.) TIPO GARCIA CON RESISTENCIA
A *Phytophthora Parasitica* var. *Nicotianae*, RAZA "O",
A TRAVES DEL CULTIVO DE ANTERAS

José Daniel Tinoco¹

*

Resumen

Durante el año 1993 se realizaron simultáneamente pruebas de rendimiento y de resistencia genética al hongo *P. Parasítica* var. *Nicotianae* de 7 líneas de tabaco negro (*N. tabacum* L.) tipo García, desarrolladas a través del cultivo de anteras; usándose un diseño de bloques al azar con 4 replicaciones. Los trabajos se realizaron en pequeñas parcelas en el Centro de Investigaciones Ruitoque (Girón), San Gil, Villanueva, Capitanejo y Puente Pinzón (Santander). Además de las 7 líneas, se incluyeron dentro del estudio los progenitores C23RM, ICA Guane y SG-28, al igual que germoplasmas diferenciales a razas del hongo. Para la inoculación artificial con el patógeno se utilizaron cepas originarias o nativas de cada zona en estudio. Las plantas se inocularon previamente a la siembra. El sistema radicular fue inmerso durante 3 minutos en una solución de zoosporas cuya concentración fue de 10^4 zoosporas/mililitro. En todas las zonas fue necesario regar los diferentes tratamientos como consecuencia del verano y para poder obtener de esta manera un nivel adecuado de humedad en el suelo que facilitara un mejor establecimiento, germinación e infección del patógeno. En base a los diferentes grados de reacción al hongo de los germoplasmas diferenciales, es muy probable que en la zona de García Rovira exista una raza del patógeno diferente a la "O", mientras que para la provincia de Guantánamo, los resultados tienden a indicar la existencia de una raza "O" de normal virulencia. Para la zona de San Gil y Villanueva las líneas 4, 5, 6 y 7 fueron las que más niveles de resistencia mostraron en comparación con el padre donante (SG-28). Todos los germoplasmas fueron evaluados tanto a nivel de laboratorio como de campo en cuanto a su resistencia genética al virus del mosaico del tabaco (TMV), y solamente mostraron resistencia las líneas 1, 3 y 4. La línea 4 fue superior en producción a todas las líneas y a la variedad regional. Esta última fue superada en un 22% (725 kilos). Para el año 1994, las líneas 3 y 4 entrarán a pruebas regionales nuevamente con un carácter semicomercial.

¹ Ingeniero Agrónomo. Departamento de Investigación Agrícola. Compañía Colombiana de Tabaco S.A. (COLTABACO). Medellín.

1. Introducción

La "pata prieta" es una enfermedad causada por un hongo habitante natural del suelo (Phytophthora parasitica var. Nicotianae) y pertenece al grupo de los hongos más destructivos que atacan las plantas. Estos microorganismos prosperan muy bien en áreas con alta humedad (North Carolina... 1993).

Esta enfermedad es sin duda la de mayor ocurrencia y la más seria que ataca al cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum L.)

En Europa las pérdidas causadas por la enfermedad son relativamente bajas al igual que en Medio Oriente, con la excepción de Grecia en donde la "pata prieta" se ha venido incrementando durante los últimos años.

En los continentes de Africa, Asia y América (Norte, Central y Sur), las pérdidas causadas por el patógeno, son frecuentemente de seria consideración a pesar del uso de fungicidas y siembra de variedades tolerantes (CORESTA 1987).

En los Estados Unidos, las enfermedades en el tabaco "flue-cured" ocasionaron pérdidas en un 7.4% (US\$81'757,139.) en el año de 1991 y para el año 1992 estas pérdidas se disminuyeron al 5.3% (US\$59'106,777.), en donde el porcentaje dentro de las pérdidas totales por enfermedades correspondiente a la "pata prieta" fué del 18.6%, ocupando el segundo lugar después de Granville Wilt (Pseudomonas Solanacearum), la cual participó con un 23.3% en las pérdidas por enfermedades (North Carolina... 1993).

En Colombia la enfermedad tiene alta presencia en varias zonas tabacaleras, especialmente en algunas regiones del Valle del Cauca y Santander, en donde en muchos casos las pérdidas de rendimiento y calidad son de gran consideración económica.

El hecho anterior, justifica y hace necesario el desarrollo, liberación y siembra de variedades con resistencia genética a este patógeno como herramienta complementaria de solución, puesto que la dependencia exclusiva de agroquímicos es costosa y de muchos efectos colaterales negativos para la salud humana y el medio ambiente. Además, otros factores como la poca eficiencia biológica de los agroquímicos, la inconsistencia de resultados, las condiciones agroclimáticas y topográficas de algunas zonas de cultivo, la poca capacidad técnica y económica de muchos cultivadores, así como su reducido interés en aspectos ecológicos, hacen que el desarrollo de variedades con resistencia genética sea un propósito de mucha prioridad.

La existencia de varias razas del patógeno plantea interrogantes tanto al mejoramiento como a la escogencia de variedades. Lo anterior sin lugar a dudas, es la razón por la cual la enfermedad está incrementándose en algunos países como: Brasil, Cuba, Guatemala, Nicaragua y Estados Unidos.

Una encuesta realizada por CORESTA en 1987 en donde participaron 50 países con 59 organizaciones, demostró que los principales problemas fitosanitarios del tabaco eran: El virus del mosaico del tabaco (TMV), el nemátodo Meloidogyne incognita, el hongo Phytophthora parasitica var. nicotianae y los áfidos (CORESTA 1987).

2. Revisión de Literatura

La "pata prieta" es una enfermedad destructiva, especialmente de las raíces y tallos de todos los tipos de tabacos cultivados.

El patógeno fué descrito en Java (Indonesia) en 1896 y en USA fué reportado en 1912 en el suroeste de Georgia. Para el año de 1922 la enfermedad se había dispersado por la Florida en un distrito donde se cultivaba tabaco para cigarro. En los momentos actuales la enfermedad está presente en todas las principales zonas productoras de tabaco.

Las pérdidas pueden presentarse en cualquier estado del cultivo y éstas pueden alcanzar niveles hasta del 100% en algunas circunstancias. Solamente el tabaco parece ser hospedero natural de este hongo (Shew y Lucas 1991).

Actualmente solo se conocen 4 razas, siendo la raza "O" la predominante, lo que significa que existe una variación genética en el hongo. El patógeno se va convirtiendo más agresivo en la medida de que año tras año se siembran en el mismo lote las mismas variedades tolerantes.

En lo concerniente a tabaco Burley, la raza "O" ataca a todas las líneas, excepto los híbridos L 8; mientras que la raza 1 ataca a todas las variedades, incluyendo los híbridos L 8. En la actualidad se tienen ya variedades con tolerancia a ambas razas, pero para condiciones de presión media de la enfermedad. En estos instantes no se tienen todavía germoplasmas con altos niveles de resistencia a las dos razas del hongo (Cooperative...1990).

La resistencia en tabaco a "pata prieta" se ha desarrollado a partir de 3 fuentes que son:

- Florida 301 (Nicotiana tabacum)
- Nicotiana longiflora
- Nicotiana plumbaginifolia

La herencia del Florida 301 es compleja y aunque ha suministrado un control económico de la enfermedad, pueden ocurrir daños extensivos de raíces y pérdidas de plantas.

En años recientes se ha obtenido resistencia genética a partir de N. longiflora y N. plumbaginifolia y un ejemplo de esto lo constituye la línea 8 mejorada, la cual deriva su resistencia de N. longiflora. Líneas mejoradas con resistencia desarrollada, tanto de N. longiflora como de N. plumbaginifolia, tienen alta resistencia a la raza 0 del patógeno. Sin embargo, los aislamientos designados como raza 1 han sido altamente virulentos a estas líneas, con lo que se han descrito dos tipos de resistencia en líneas que derivan su resistencia genética de N. plumbaginifolia.

Aquí se han encontrado un grupo de germoplasma con alta resistencia a la raza "0" y otro con resistencia moderada a ambas razas, originándose de este segundo grupo la variedad de tabaco Virginia NV 2326 (Hendrix y Apple 1968).

Los genes de resistencia para un gran número de enfermedades del tabaco no se han encontrado dentro de poblaciones o bancos de germoplasma de tabaco (N. tabacum L.), por lo que la hibridación interespecífica del tabaco con especies relacionadas, seguida por retrocruzamientos o retrocruzas y selecciones por el carácter deseable, han sido ampliamente utilizadas para la introducción de rasgos o caracteres de herencia simple al tabaco.

Entre algunas fuentes de resistencia transferidas al tabaco están (Feher 1987):

Germoplasma
(Fuente de Resistencia)

Problema Fitosanitario

Nicotiana glutinosa
Nicotiana longiflora
Nicotiana plumbaginifolia
Nicotiana debneyi
Nicotiana longiflora
Nicotiana debneyi
Nicotiana goodspeedi
Nicotiana velutina

Virus del mosaico del tabaco
P. parasitica var. nicotianae
P. parasitica var. nicotianae
Thielaviopsis basicola
Pseudomonas syringae
Peronospora tabacina
Peronospora tabacina
Peronospora tabacina

3. Materiales y Métodos

Este trabajo se inició siguiendo los métodos tradicionales de mejoramiento por el sistema de los retrocruces y se decidió continuarlo, utilizando la técnica de cultivos de antera, partiendo de la generación F5R2.

Los cruzamientos originales fueron: Coltabaco 23RM (variedad producida por Coltabaco) por Spright G28 (variedad producida en USA) e ICA Guane (variedad producida por el ICA).

La variedad Coltabaco 23RM tiene resistencia de campo a "pata prieta" pero es susceptible a "dormidera" (P. solanacearum). La variedad ICA-Guane es inmune al TMV, pero es susceptible a la "pata prieta" y "dormidera", mientras que la Spright G28 es resistente a "pata prieta", "dormidera", Fusarium sp. y a Meloidogyne incognita raza 1 y 3 y susceptible al virus del mosaico común (TMV).

De los cruces iniciales se seleccionaron 5 plantas; 4 numeradas del 1 al 4, procedente del cruce C23RM x SG28 y la 5 del cruce ICA Guane x SG28. La progenie de la planta 4 se eliminó por susceptibilidad y fenotipo no aceptable, quedando entonces de la planta No. 1 las líneas 1, 4, 5, 8, 12, 13, 14, 15, y 16; de la planta No. 2 las líneas 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 34, 37 y 43; de la planta No. 3 las líneas 44, 45, 46 y 51, y de la planta No. 5 procedente del cruce ICA-Guane x SG28 las líneas 60 y 61.

Este material procedente de autofecundación segregante, se sembró junto con los 3 progenitores en el CIDT Medellín en semilleros de 0.5 m².

Cuando las plantitas en el semillero tuvieron la edad de 45 días se transplantaron a materas, tomándose 5 plantas para dejar 2 por línea. Cuando estas florecieron, se les extrajeron las 5 anteras para ser sembradas en medio de cultivos.

Posteriormente de cada antera se sembraron 3 plantas para dejar una finalmente. En esta forma cada línea estuvo representada por 10 individuos. Los progenitores se sembraron simplemente como testigo y a ellos no se les hizo cultivos de anteras.

A las plantas procedentes de anteras (probablemente haploides), se les practicó un estudio citológico para cuantificar el número cromosómico y las que resultaron haploides se les aplicó colchicina al 0.4% para duplicar el número cromosómico.

Los materiales que doblaron espontáneamente fueron llevados a materas para la producción y obtención de semilla.

No se tuvo éxito en el doblaje de cromosomas con colchicina, pero el doblaje espontáneo fué muy exitoso, el cual fué del 21.3% contra el 1 a 5% que hay actualmente reportado para tabaco.

A las plantas que resultaron diploides, se les sometió en el semillero a inoculación con Phytophthora y sólo se transplantaron al campo las plantas que sobrevivieron a la inoculación para análisis de fenotipo y selección.

Diseño Experimental. Bloques completos al azar con 4 replicaciones, parcelas de un solo surco de 22 plantas (20 competitivas).

Germoplasma Evaluado. 7 líneas de tabaco negro, Coltabaco 23RM, ICA-Guane, Spright G28, Beinhart 1000-1, NC1071 y Ky14.

Zonas de Estudio. Los estudios y evaluaciones se hicieron en García Rovira, en la Zona Sur (San Gil) y en el C.I. Ruitoque. Se contó con dos replicaciones geográficas por zona.

Concentración de Inóculo. Cada inoculación se hizo con una cepa del hongo de cada zona en una concentración aproximada de 10^4 zoosporas/mililitro.

Momentos antes de la siembra en el campo, el sistema radicular de cada plantica se sumergió en la solución de inóculo por espacio de 3 minutos.

4. Resultados y Discusión

Como consecuencia a la escasez de precipitaciones en las diferentes zonas de estudio, se vió precisado el suministro de riego durante los primeros quince días, a las parcelas pertenecientes a la prueba de resistencia genética y cuyo propósito era el de proporcionar a las estructuras infectivas del patógeno, la humedad adecuada para el establecimiento e infección del sistema radicular.

Semanalmente se realizaron conteos de población para cada una de las parcelas de los diferentes germoplasmas y aquellos individuos que expresaran los síntomas de la enfermedad, fueron enviados al laboratorio para el respectivo análisis etiológico y para reconfirmar de esta forma las pérdidas de población como consecuencia de las inoculaciones efectuadas con soluciones del patógeno.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la cepa de la zona de García Rovira (Santander) fué muy virulenta, ocasionando el mayor porcentaje de mortalidad de todos los germoplasmas a los 14 días después de la inoculación, incluyendo el germoplasma NC 1071, el cual se considera inmune a la raza "0" del hongo. Igualmente llama la atención las bajas de individuos que ocurrieron en el material Beinhart 100-1, el cual presenta alta resistencia a las razas 0, 1 y 3 del patógeno. Sin embargo, fué el germoplasma que mejor se comportó a las inoculaciones con esta cepa.

Al mirar el porcentaje promedio de pérdidas ocasionadas por las inoculaciones en García Rovira, el cual fué de 71%, se encontró que todos los materiales fueron altamente susceptibles a esta cepa, siendo la excepción el Beinhart 1000-1 (X = 32.4% de la pérdida de población).

Los resultados anteriores tienden a indicar la posible existencia en esta zona tabacalera de una raza del patógeno diferente a la "0", si se tiene en cuenta las altas pérdidas de individuos en el germoplasma NC 1071.

Otra hipótesis sobre los resultados anteriores, podría ser la existencia de una raza "0" altamente virulenta como consecuencia de las siembras continuas de tabaco en épocas anteriores y/o suelos con pH por encima de 6.0, con alto calcio y mangnesio intercambiable.

En consecuencia a todo lo anterior, el Departamento de Investigación Agrícola de COLTABACO, en colaboración con CORESTA, está realizando en la zona de García Rovira un estudio tendiente a la identificación de razas del hongo, a través de hospederos diferenciales con lo cual se estarían enfocando mejor los programas de fitomejoramiento y selección de variedades comerciales.

En contraste a la cepa del hongo de García Rovira, la cepa de la provincia de Guanentá fué de una normal virulencia, si se compara el porcentaje promedio general de pérdidas, el cual fué de 10.8% contra el 71.0% de la cepa de García Rovira. Esto podría interpretarse como raza "0" del patógeno, si se observa el grado de reacción del NC 1071.

Teóricamente se esperaba un mayor porcentaje de pérdidas en el material susceptible (a todas las razas) Ky14, pero siempre fué el germoplasma que presentó el mayor porcentaje promedio de pérdidas, el cual fué de 29.1%. Esto puede explicarse por la falta de humedad adecuada en el suelo a las dos semanas después de la inoculación.

Al comparar el porcentaje promedio de pérdidas del progenitor donante, el SG-28, con el de las líneas evaluadas, encontramos que las líneas 4, 5, 6 y 7 presentan porcentajes promedios de pérdidas de 6.7%, 6.7%, 6.4% y 7.5% respectivamente; valores que difieren significativamente de los del progenitor donante de la resistencia, más no entre ellas mismas.

Los valores anteriores se encuentran en el rango asignado para el calificativo de resistente.

Las líneas fueron evaluadas por su resistencia al virus de mosaico del tabaco (TMV) tanto a nivel de campo como a nivel de laboratorio, encontrándose en ambos sitios de trabajo resistencia genética en las líneas 1, 3 y 4.

En lo referente a la prueba de rendimientos para la zona de San Gil, vereda el Cucharó, se encontró que las líneas 3 y 4 superaron en rendimiento al progenitor recurrente C 23 RM en un 6.5% (215 Kgs) y 22% (725 kgs). Pero de las dos, sólo la línea 4 superó ligeramente al C 23 RM en lo relativo al valor económico por kilo.

5. Conclusiones

1. La cepa de *P. parasitica* var. *nicotianae* de la zona de García Rovira fué la de mayor virulencia y todos los germoplasmas evaluados resultaron ser susceptibles al patógeno; sin embargo, se resalta el nivel de tolerancia a esta cepa del germoplasma Beinhart 1000-1.
2. Es muy probable la existencia en la zona de una raza del patógeno diferente a la "0". Para tal afirmación durante el año de 1994 se ejecutarán trabajos sobre identificación de razas, mediante hospederos diferenciales.
3. La cepa de la provincia de Guantánamo por su comportamiento y por los grados de resistencia expresados por las líneas, tiende a ser identificada como raza "0".
4. La línea 4 fué el germoplasma que mejor nivel de resistencia genética mostró al compararlo con el nivel expresado por el progenitor donante, al igual que el nivel del promedio general.
5. La línea 4 fué el material que mejor rendimiento y calidad física mostró en comparación con el padre recurrente C 23 RM. Este último fué superado en un 22% (723 Kgs) en producción, lo que en términos económicos significa para el agricultor unos Col.\$430,000./ha.

6. Bibliografía

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. Tobacco in Kentucky. University of Kentucky. College of Agriculture. Lexington. 1990.

CORESTA. Survey of Pest and Diseases of Tobacco. Institut du Tabac. Bergerac. 1987.

FEHER, R.W. Principles of Cultivar Development. Vol. II. Crop Species. New York. 1987.

HENDRIX, J.W. APPLE, J.L. Stem resistance to Phytophthora parasitica var. Nicotianae in Tobacco derived from Nicotiana longiflora and Nicotiana plumbiginifolia. En: Tobacco Science, 11(2), 1968: 148-150.

NORTH CAROLINA COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. Burley Tobacco Information. North Carolina State University. Raleigh. 1991.

NORTH CAROLINA COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. Flue Cured Tobacco Information. North Carolina State University. Raleigh. 1993.

SHEW, H.D. LUCAS, G.B. (Eds.). Compendium of Tobacco Diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul. 1991.

Cuadro 1. CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA GENETICA DE PROGENITORES

| Germoplasma | TMV | <i>P. parasitica</i> var. <i>nicotianae</i> | <i>Pseudomonas</i> <i>solanacearum</i> | <i>Fusarium</i> sp. | <i>Meloidogyne</i> <i>incognita</i> razas 1 y 3 |
|----------------|-----|--|---|---------------------|---|
| Coltabaco 23RM | R | R | S | - | - |
| ICA-Guane | R | S | S | - | - |
| Speight G-28 | S | R | R | R | R |

R = Resistente
S = Susceptible

Cuadro 2. PORCENTAJE DE PERDIDAS DE POBLACION OCASIONADAS POR INOCULACIONES DE DIFERENTES CEPAS DE Phytophthora EN DIFERENTES ZONAS DE SANTANDER EN 1993

| Germoplasma | CEPA PROVINCIA GUANENTA | | | | CEPA PROVINCIA GARCIA ROVIRA | | | Reacción a TMV |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------|------------------------------|---------------------|-------------|----------------|
| | % Pérdida C. Investigación Ruitoque | % Pérdida San Gil | % Pérdida Villanueva | % X Pérdida | % Pérdida Capitanejo | % Pérdida Tipacoque | % X Pérdida | |
| Línea 1 | 10.2 | 13.6 | 17.0 | 13.6 | 98.9 | 27.2 | 63.0 | R |
| Línea 2 | 15.9 | 15.9 | 3.4 | 11.7 | 100.0 | ---- | ---- | S |
| Línea 3 | 27.2 | 4.5 | 5.6 | 12.4 | 100.0 | 97.0 | 98.5 | R |
| Línea 4 | 13.6 | 2.2 | 4.5 | 6.7 | 100.0 | 85.2 | 92.6 | R |
| Línea 5 | 11.3 | 4.5 | 4.5 | 6.7 | 100.0 | 84.0 | 92.0 | S |
| Línea 6 | 12.5 | 4.5 | 2.2 | 6.4 | 100.0 | 42.0 | 71.0 | S |
| Línea 7 | 15.9 | 4.5 | 2.2 | 7.5 | 100.0 | 25.0 | 62.5 | S |
| Ky-14 | 9.1 | 28.4 | 50.0 | 29.1 | 100.0 | 72.7 | 86.3 | R |
| Beinhart 1000-1 | 10.2 | 2.2 | 4.5 | 5.6 | 61.4 | 3.4 | 32.4 | S |
| NC-1071 | 9.1 | 6.8 | 19.3 | 11.7 | 100.0 | 18.8 | 59.4 | S |
| Coltabaco 23RM | 3.4 | 5.6 | 9.0 | 6.0 | 100.0 | 19.3 | 59.6 | R |
| ICA-Guane | 12.5 | 5.6 | 10.2 | 9.4 | 98.9 | 39.7 | 69.3 | R |
| Speight G-28 | 10.2 | 11.3 | 19.3 | 13.6 | 91.0 | 45.4 | 68.0 | S |
| X | 12.3 | 8.4 | 11.6 | 10.8 | 96.1 | 46.6 | 71.0 | |

Cuadro 3.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y AGRONOMICAS DE 7 LINEAS DE TABACO
GENEALOGIA: (COLTABACO 23 RM X SG-28) X I. GUANE - ZONA SAN GIL -
VEREDA EL CUCHARO - 1993

| Germo-plasma | Relación ancho por largo | No. Hojas | Altura en cms. | Distancia entre nudos cms. | Período Vegetativo días | % Tabacos Primeras | % Tabacos Segundas | % Tabacos Terceras | Kgs. por Ha. | Valor Producción \$ | Valor por Kilo \$ |
|--------------|--------------------------|-----------|----------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| Línea 1 | 0.58 | 36.2 | 132.7 | 3.67 | 152 | 27.6 | 50.0 | 22.3 | 2,629. | 1'533,887. | 583.4 |
| Línea 2 | 0.52 | 47.0 | 168.5 | 3.59 | 169 | 32.1 | 49.6 | 18.2 | 3,177. | 1'899,686. | 597.9 |
| Línea 3 | 0.58 | 41.4 | 158.8 | 3.84 | 167 | 27.4 | 47.6 | 24.8 | 3,496. | 2'019,218. | 577.5 |
| Línea 4 | 0.57 | 45.1 | 170.6 | 3.78 | 164 | 33.7 | 46.2 | 20.0 | 4,004. | 2'388,746. | 596.5 |
| Línea 5 | 0.59 | 34.1 | 118.5 | 3.48 | 147 | 9.8 | 55.0 | 35.1 | 2,180. | 1'161,787. | 532.9 |
| Línea 6 | 0.55 | 32.6 | 120.4 | 3.69 | 147 | 23.9 | 56.0 | 19.9 | 2,135. | 1'243,594. | 582.4 |
| Línea 7 | 0.56 | 32.3 | 116.9 | 3.62 | 145 | 22.1 | 49.1 | 28.7 | 2,202. | 1'239,614. | 562.9 |
| C 23 RM | 0.52 | 41.0 | 164.2 | 4.00 | 169 | 33.5 | 45.3 | 21.2 | 3,281. | 1'950,553. | 594.4 |
| ICA GUANE | 0.57 | 39.4 | 166.0 | 4.21 | 163 | 34.8 | 47.4 | 17.0 | 3,148. | 1'888,798. | 599.9 |

14994
- 5 ABR. 1994

**MEJORAMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) PARA SAN GIL:
EL CASO DE LA LINEA PROMISORIA AFR 638 Y LA ACEPTACION
POR LOS PRODUCTORES¹**

Adrian Maître²

Résumé

En vista de la alta susceptibilidad a la antracnosis (agente causante: Colletotrichum Lindemuthianum) de la variedad de frijol Radical, el CIAT inició trabajos de mejoramiento genético e investigación en fincas en la zona de San Gil (Santander, Colombia). Debido al interés inicial de algunos agricultores y la multiplicación temprana de semilla se llegó en tan solo 2 años a siembras comerciales significativas de la línea promisoría AFR 638, resistente a antracnosis y hasta hoy gozando de un plena aceptación en el mercado. Se aprovechó esta circunstancia para realizar un análisis de estabilidad y un estudio de aceptación con productores en el semestre 93B. El análisis de estabilidad mostró que si bien no hubo diferencias significativas de rendimiento entre AFR 638 (919 Kg/ha) y Radical (930 Kg/ha) con base en el promedio, el Radical superó ligeramente al AFR 638 en ambientes desfavorables, mientras el AFR 638 superó ligeramente al Radical en ambientes favorables. Se estipula que tales ambientes favorables son aquellos caracterizados por una precipitación adecuadamente distribuida. 70% de los agricultores entrevistados identificaron como principal desventaja del Radical su susceptibilidad a la antracnosis y resaltaron en un 48% la resistencia genética del AFR 638 y en un 44% el hecho de no tener que fumigarlo. Según el 67% de los mismos agricultores, la principal desventaja del AFR 638 es su ciclo vegetativo mayor frente al Radical lo que en opinión de ellos podría volverlo más vulnerable a las épocas secas intermitentes que se presentan muy a menudo en la zona. Se recomienda seguir evaluando materiales nuevos, incluyendo el RAA 17, teniendo en cuenta no solo la resistencia a antracnosis, el tipo de grano y el rendimiento sino también el ciclo vegetativo.

¹ El autor agradece a Luis María Barragan (SEPAS) y Calorio González (COMULSEB) su valioso apoyo en la fase de obtención de algunos de los datos a nivel de campo.

² Antropólogo. Programa de Frijol. CIAT.

1. Introducción

El Departamento de Santander ocupó en 1988 (con 10.100 has.) el cuarto lugar dentro de las zonas productoras de frijol en Colombia (Ligarreto 1991). A su vez la zona frijolera de Barichara, San Gil y Villanueva ocupó en este mismo año un 27% del área bajo frijol a nivel departamental. El cultivo de frijol ha sido caracterizado por una dinámica extraordinaria en San Gil, habiéndose convertido de un cultivo intercalado en los tabacales a muy baja densidad y destinado al autoconsumo, en un cultivo principal cuyo destino es hoy en día, sin lugar a dudas el mercado.

Dentro de los problemas de producción a nivel agronómico ocupa un lugar muy importante la antracnosis, enfermedad ocasionada por el hongo Colletotrichum Lindemuthianum. La variedad local de mayor cobertura, el Radical, es altamente susceptible a la antracnosis. Los productores recurren como única medida al control químico del problema mediante fungicidas (Mancozeb, Benomyl). Esta práctica incide en los costos de producción y por la falta de suficientes medidas de precaución, en la salud humana.

Las medidas de control químico de antracnosis representan entre el 5% y 10% de los costos de producción. Suponiendo que en la zona se sembrara una variedad resistente a antracnosis en 2000 has en lugar de la variedad Radical, se lograría un ahorro de \$64'000,000. de Pesos Colombianos³.

Frente a esta situación el CIAT en colaboración con CORPOICA inició un programa de investigación en San Gil encaminado a la obtención de una variedad tipo Radical con resistencia a antracnosis y otras características deseables.

Como resultado de estos trabajos los cuales incluyeron una fuerte participación de los agricultores en la conducción y evaluación de los ensayos se logró identificar la línea promisoría AFR 638 de tipo Radical. Gracias a la multiplicación temprana de semilla se llegó en tan solo dos años después de la introducción de este material a una etapa de siembras comerciales bajo el manejo de los agricultores. Se aprovechó esta circunstancia para realizar un análisis de estabilidad y un estudio de aceptación con los productores.⁴

³ Unos 46 millones por concepto de los insumos y otros 18 millones por concepto de jornales (con base a \$3,000/Jornal), suponiéndose que se efectuara el control químico según las recomendaciones de CORPOICA/ICA.

⁴ Hasta la fecha de redacción de este trabajo, los compradores están aceptando el AFR 638 sin restricción alguna, aún sabiendo que no es Radical.

2. Revisión de Literatura

Antracnosis y Mejoramiento Genético

La antracnosis es considerada como una de las enfermedades más importantes del frijol en América Latina y según Pastor-Corrales y Tu (1989:77) se trata tal vez de la más importante a nivel mundial. Existen, según la misma fuente informes sobre pérdidas de producción hasta en un 95%. Para la zona de San Gil se cuenta con varios informes sobre la presencia de antracnosis y la susceptibilidad de la variedad local Radical (ICA 1987, Voysest 1990, Beltrán 1990, Pastor-Corrales 1991). En muchos ensayos realizados en la zona de San Gil se ha evaluado el grado del ataque de antracnosis en la variedad Radical así como en líneas experimentales provenientes del CIAT. Se observó una incidencia de antracnosis en el Radical en repetidas ocasiones hasta en un grado 8 en hojas y vainas (según la escala introducida en CIAT 1987). Pastor-Corrales (1991) ha identificado en forma preliminar 3 razas del patógeno (Colletotrichum Lindemuthianum) con base en muestras de vainas afectadas tomadas en Villanueva.

Pastor-Corrales y Tu (1989:89) indican que el uso de variedades resistentes a antracnosis bajo condiciones de campo es la medida de control más apropiada y práctica. Amézquita y Voysest (1989) describen los avances obtenidos por el CIAT en la obtención de líneas resistentes a antracnosis con énfasis en la resistencia combinada a más de un enfermedad.

Voysest (1990) subrayó la necesidad de desarrollar a corto plazo una variedad de tipo Radical resistente a antracnosis para San Gil y mencionó que se contaba con suficientes fuentes de resistencia como para lograr esta meta en un lapso relativamente corto. Por las características de las razas del patógeno encontradas en la zona de San Gil, Pastor-Corrales (1991) indicó que no se contaba con obstáculos insuperables desde el punto de vista fitopatológico para la obtención de un material resistente.

Mejoramiento Genético, Investigación en Finca y Participación del Agricultor

Woolley (1989) al analizar la relación entre la investigación en la estación experimental y la investigación en finca indica que la última permite avanzar más rápidamente en la selección de materiales que tengan algún grado de probabilidad de ser adoptados posteriormente por los agricultores. Woolley et al. (1988) y Beltrán et al. (1988) presentan ejemplos de investigación en finca con énfasis en el cultivo de frijol en dos zonas de Colombia.

Voss y Graf (1991) documentan otro caso de investigación en finca en la región de los Grandes Lagos en Africa Oriental. Stroud (1993) da pautas para la conducción de ensayos en fincas de (pequeños) agricultores bajo condiciones prevaletientes en Africa.

En todos estos trabajos se insiste en la necesidad de buscar la participación de los agricultores en la selección de tratamientos, la conducción de ensayos y en la evaluación de ellos.

Seguimiento a Líneas Promisorias y Nuevas Variedades

Mientras la investigación participativa en finca pretende identificar posibles innovaciones tecnológicas exitosas al más breve plazo y adecuar los objetivos de la investigación agrícola a las circunstancias y necesidades del productor, se quiere conocer mediante el seguimiento el desempeño de una nueva tecnología cuando ella ya se encuentre en manos del usuario. Sin embargo, en cierto sentido el seguimiento forma parte de la misma investigación en finca y debe ser incluido en los respectivos programas tal como lo señala el CIMMYT (1993).

Las actividades de seguimiento se desarrollan en diferentes etapas. En una fase muy temprana se puede calcular el índice de aceptabilidad (Hildebrand y Poey 1985) o luego realizar un estudio de aceptación con aquellos agricultores quienes han sido expuestos a la nueva tecnología (Ruíz y Janssen 1990). Según los mismos autores en fases posteriores (a los 3-5 años después de la introducción formal de una nueva tecnología) se recomienda efectuar un estudio de adopción sobre el conjunto de los agricultores de una región, es decir tanto con los que adoptan como con los que no adoptan esa nueva tecnología incluyendose agricultores quienes no han sido expuestos inicialmente a la tecnología. Finalmente el estudio de impacto nos permite conocer los efectos que ha causado una nueva tecnología en diferentes áreas (rentabilidad del cultivo, efecto económico a nivel regional, efectos ecológicos, etc.).

Análisis de Estabilidad

Para poder evaluar una variedad mejorada en cuanto a su grado de adaptación a las condiciones agroecológicas y de manejo predominantes en una zona productora y relacionar este grado de adaptación con el de la variedad local, Hildebrand (1984) y Hildebrand y Poey (1985) proponen someterla a un análisis de estabilidad.

Se observa a menudo que una variedad mejorada se adapta menos que la variedad local a las condiciones más desfavorables en una zona productora, pero supera a ésta última en condiciones favorables. Al efectuar el análisis de estabilidad los investigadores están en capacidad de entender mejor para qué tipo de ambiente o para qué condiciones se debe recomendar una nueva variedad.

3. Materiales y Métodos

Material. La línea promisoría AFR 638 llegó a San Gil con el IBYAN 91 (International Bean Yield and Adaptation Nursery o Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol) del CIAT y fué escogido por los agricultores como material sobresaliente. Luego fué sometido en colaboración con los agricultores a un proceso de multiplicación temprana de semilla y simultáneamente a más pruebas hasta llegar a siembras comerciales en diferentes veredas de San Gil, Barichara y Villanueva y lograr una entrada ya significativa en el mercado local en el año 1993. Actualmente (a principios de 1994) podría haber entre 8-10 ton. de semilla para la próxima siembra.

Métodos. En el semestre 1993B se tomaron 16 muestras de rendimiento en fincas de San Gil, Villanueva y Barichara de AFR 638 y de la variedad local Radical. Cada muestra consistió en 4 surcos de 4 metros de largo. La muestra fué escogida al azar. Se tomó el peso original y se determinó el porcentaje de humedad de cada muestra. Se midió la distancia entre surcos para poder calcular el área de la muestra en m². A los datos obtenidos (peso corregido por el factor de humedad con base a la humedad estándar de 14%) se añadieron los datos de 4 ensayos agronómicos, dos de ellos estrictamente bajo manejo del agricultor, obteniéndose de esta manera 20 datos comparativos de rendimiento.

Los datos de rendimiento se sometieron a un análisis de estabilidad (Hildebrand 1984). Este método consiste en:

- (i) La determinación de un índice ambiental (environmental index) el cual equivale para cada sitio al rendimiento promedio de las dos (ó mas) variedades en este mismo sitio
- (ii) La definición de una línea de regresión para cada variedad

$$Y_i = a + be$$

donde Y_i = Rendimiento de la variedad Y_i y
 e = Índice ambiental

- (iii) La representación gráfica de las dos (ó más) líneas de regresión correspondientes a las dos (ó más) variedades en el mismo sistema de coordenadas.

En el presente trabajo se aplica el análisis de estabilidad a datos obtenidos en campos manejados comercialmente por agricultores a diferencia del caso presentado por Hildebrand, el cual se basa en datos obtenidos en ensayos en fincas.

El índice ambiental es una expresión de muchos factores entre suelo, clima y manejo agronómico. Lo que interesa al realizar el análisis de estabilidad es comparar el comportamiento de dos (o más) variedades (u otras tecnologías) en una misma serie de condiciones buenas y menos buenas.

Adicionalmente se hizo una encuesta con 27 agricultores sobre la aceptación del AFR 638 solicitándoles indicar las ventajas y desventajas, tanto del AFR 638 como del Radical, y manifestar su decisión de volver o no a sembrar la línea promisoría AFR 638 en el próximo semestre.

4. Resultados y Discusión

a. Análisis de Estabilidad

En promedio de 20 sitios la línea promisoría AFR 638 dió 919 Kg/ha mientras la variedad Radical obtuvo 930 Kg/ha, es decir un incremento de 11 Kg/ha (o del 1%). Si se efectuara un análisis estadístico (análisis de varianza) con los datos del Cuadro 1, esta diferencia no sería significativa⁵.

⁵ Valor calculado de F: 0.02 frente a un valor de F tabulado (con P 5%) de 4.38.

Cuadro 1.

RENDIMIENTO DE AFR 638 Y DE RADICAL EN 20 SITIOS DE LA ZONA FRIJOLERA DE SAN GIL. SEMESTRE 93B.

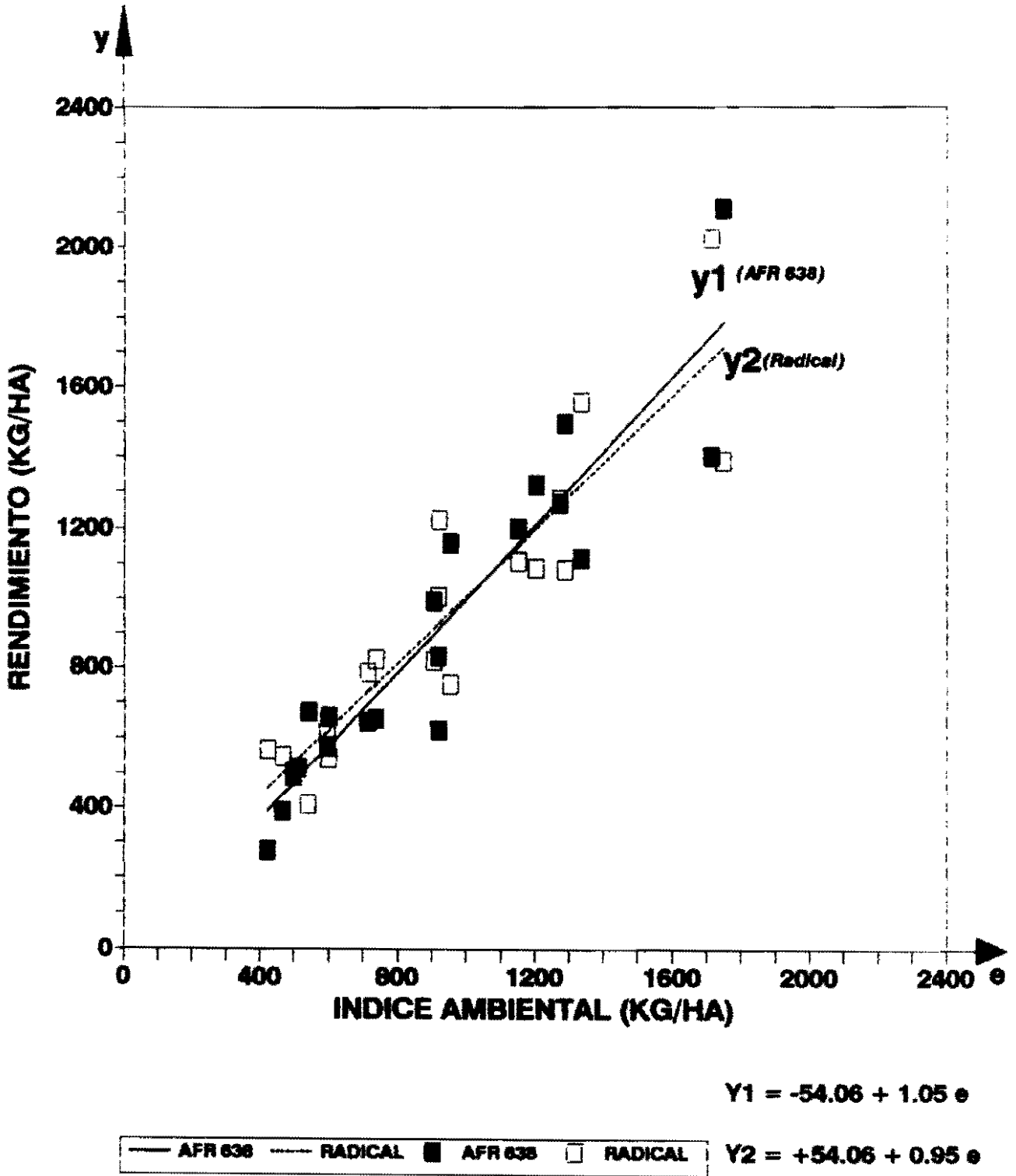
| SITIO | Rendimiento (Kg/ha.) | | Promedio del Sitio (Indice Ambiental) |
|------------------|----------------------|---------|--|
| | AFR 638 | Radical | |
| Choro (VN) | 278 | 564 | 421.0 |
| Carrizal (VN) | 389 | 545 | 467.0 |
| Páramo (I) | 487 | 504 | 495.5 |
| Choro (VN) | 511 | 512 | 511.5 |
| Choro (VN) | 674 | 410 | 542.0 |
| Páramo II | 575 | 613 | 594.0 |
| Choro (VN) | 658 | 541 | 599.5 |
| Choro (VN) | 647 | 785 | 716.0 |
| Trigo (VN) | 654 | 823 | 738.5 |
| Choro (VN) | 992 | 819 | 905.5 |
| Caraquitas (BA) | 834 | 1,005 | 919.5 |
| Limoncito (VN) | 622 | 1,219 | 920.5 |
| Choro (VN) | 1,154 | 753 | 953.5 |
| Carrizal (VN) | 1,198 | 1,104 | 1,151.0 |
| San José (BA) | 1,321 | 1,084 | 1,202.5 |
| Choro (VN) | 1,269 | 1,277 | 1,273.0 |
| La Flora (SG) | 1,495 | 1,079 | 1,287.0 |
| Llano (VN) | 1,111 | 1,556 | 1,333.5 |
| Santa Elena (BA) | 1,389 | 2,026 | 1,712.5 |
| Llano (BA) | 2,111 | 1,385 | 1,748.0 |
| - X | 919 | 930 | VN = Villanueva BA = Barichara |
| SD | ± 446 | ± 408 | SG = San Gil |

En vista de la variabilidad en los datos de rendimiento, tanto en el caso del AFR 638 como en el caso del Radical, se realizó un análisis de estabilidad. El Gráfico 1 presenta el resultado de este análisis. Se puede apreciar que en los ambientes desfavorables ($e < 0.8$ t) el Radical supera el AFR 638⁶, mientras en ambientes favorables ($e > 1.2$ t) la situación es al revés. La sola comparación de los rendimientos promedios no revela esta circunstancia.

La comparación entre el AFR 638 y el Radical coincide con muchos casos similares en los cuales una variedad introducida o mejorada puede ser inferior a la variedad local en cuanto al rendimiento en ambientes desfavorables. Sin embargo, no siempre es el caso. Existen ejemplos de variedades mejoradas las cuales superan a la variedad local en todos los ambientes (Graf y Voss 1991).

⁶ El Anexo 1 contiene algunas consideraciones económicas sobre si es o no ventajoso sembrar AFR 638 aún en ambientes desfavorables.

Figura 1. Análisis de Estabilidad del AFR 638 y Radical. Zona Frijolera de San Gil. Semestre 93B.



Una consecuencia de haber tomado las muestras en campos de agricultores es la variabilidad en la densidad poblacional en el momento de la cosecha⁷. El Cuadro 2 contiene algunos parámetros estadísticos de las densidades poblacionales encontradas en la cosecha de las muestras. Se observa que la densidad promedio entre ambos materiales es muy similar. Por lo tanto, no se tiene un indicio que posibles diferencias en cuanto a la densidad poblacional hayan incidido en los rendimientos.

Cuadro 6. DENSIDAD POBLACIONAL EN LA COSECHA (Plantas/ha.)

| | AFR 638 | Radical |
|---|----------|----------|
| \bar{X} | 78,000 | 76,000 |
| SD | 25,600 | 13,600 |
| Coefficiente de Correlación [densidad]-[rendimiento] | r = 0.63 | r = 0.51 |

Qué es un ambiente desfavorable en el caso del presente estudio? Hildebrand (1984) al discutir este aspecto indica que el índice ambiental es una expresión de la "calidad agronómica" (Graf y Voss 1991) del sitio, integrando aspectos edáficos, climatológicos, bióticos y de manejo. Al revisar la ubicación de los sitios favorables y desfavorables no se pudo detectar una interacción entre la ubicación y los rendimientos⁸.

Como la zona se caracteriza por una distribución irregular de la precipitación, se puede suponer que las diferencias tan marcadas en el rendimiento de ambas variedades sean en primer lugar un efecto de la precipitación.

⁷ Producida en parte por la variabilidad en la densidad de siembra y en parte por diversos factores de estrés.

⁸ Sin embargo, la selección de las muestras en cuanto ubicación a nivel de veredas no ha sido estrictamente aleatoria.

b. Estudio de Aceptación

Todos los agricultores entrevistados han sembrado en por lo menos una oportunidad AFR 638 y todos vienen sembrando Radical desde hace varios años. El Cuadro 3 resume las apreciaciones del AFR 638 por parte de los agricultores. Se mencionan ventajas y desventajas. El Cuadro 4 da los mismos datos al respecto del Radical. Opiniones que han sido expresadas por un solo agricultor no están reproducidas.

Cuadro 3. AFR 638 EN LA OPINION DE LOS AGRICULTORES (N = 27)

| Ventajas | | Desventajas | |
|---|-----|--|-----------------------------|
| No hay que escogerlo (uniformidad del grano) | 56% | 7% de los agricultores: | No tiene ninguna desventaja |
| No se ahíela (resistencia a antracnosis) | 48% | 93% de los agricultores: | Sí tiene alguna desventaja |
| No hay que fumigarlo (contra antracnosis) | 44% | Es demorado | 67% |
| Tiene comercio, se vende al mismo precio que el Radical | 44% | Es (más) duro para el desgrane | 37% |
| Buen grano (color) | 44% | Es duro para arrancar | 19% |
| La hierba no le afecta (calidad del grano) | 37% | (A veces) se seca el frijol y la mata es verde todavía | 15% |
| Tolerante al verano | 22% | Se descargó por el verano | 7% |
| Buen rendimiento | 22% | | |
| Pegó mas que el Radical | 22% | | |
| Crece bien y no se cae | 22% | | |
| Crece alto y las vainas no se pudren contra el suelo | 15% | | |
| Es bueno para comer | 11% | | |

La suma de los porcentajes es mayor que 100% debido a que los agricultores podían mencionar más de un aspecto.

Cuadro 4. RADICAL EN LA OPINION DE LOS AGRICULTORES (N = 27)

| Ventajas | | Desventajas | |
|---|-----|--|-----|
| Sale más rápido (ciclo más corto) | 48% | Se ahíela (antracnosis) | 70% |
| Tiene salida, tiene precio | 41% | (A veces) sale descolorido | 44% |
| El grano engruesa | 19% | Se cae la mata y las vainas se pudren | 30% |
| Buen rendimiento | 15% | Es delicado para la hierba | 30% |
| Blando para el desgrane | 15% | Hay que fumigarlo | 26% |
| En un buen año rinde | 11% | La semilla ya viene revuelta | 11% |
| En terrenos nuevos rinde | 11% | En rastrojo no sirve | 7% |
| Seca por parejo | 7% | Hay que escogerlo | 7% |
| Cuando no le daba enfermedad todavía, si rindió | 7% | No crece alto y las vainas se pudren contra el suelo | 7% |

La suma de los porcentajes es mayor que 100% debido a que los agricultores podían mencionar más de un aspecto.

Si consideramos solamente los aspectos más importantes⁹ obtenemos el siguiente Cuadro:

Cuadro 5. ASPECTOS MAS IMPORTANTES DEL AFR 638 Y DEL RADICAL

| AFR 638 + | Radical - |
|--|---------------------------------------|
| . No hay que escogerlo (56%) | . Le da antracnosis (70%) |
| . No le da antracnosis (48%) | . (A veces) se descoloriza (44%) |
| . No hay que fumigarlo (44%) | |
| . Tiene comercio (44%) | |
| . Tiene buen grano (44%) | |
| . La maleza no le afecta (37%) | |
| AFR 638 - | Radical + |
| . Es demorado (67%) | . Tiene un ciclo más corto (48%) |
| . Es (mas) duro para el desgrane (37%) | . Tiene mercado y (buen) precio (41%) |

⁹ Mencionados por más de 33% de los agricultores.

Si se relacionan las ventajas del AFR 638 con las desventajas del Radical, se nota que la resistencia/ susceptibilidad a antracnosis es un aspecto importante para los productores en la comparación de ambos materiales. Esto parece indicar que la búsqueda de un Radical resistente por parte de la investigación es una estrategia bien enfocada.

Al comparar las desventajas del AFR 638 con las ventajas del Radical se destaca el aspecto del ciclo vegetativo. Los agricultores consideran el ciclo más largo del AFR 638 -se trata de 10 a 15 días en relación con el ciclo del Radical- como su principal desventaja. A la vez mencionan como una de las principales ventajas del Radical su ciclo más corto.

Cabe subrayar que los agricultores no se preocupan tanto por la demora en sí. Ellos temen más bien el mayor riesgo que implica el ciclo más largo del AFR 638 en vista de la distribución irregular de la precipitación en la zona. Esta observación de los agricultores parece coincidir con la interpretación arriba mencionada y según la cual los sitios desfavorables podrían ser aquellos lotes en los cuales la floración y la formación de vainas fueron afectadas por un período de sequía¹⁰.

Queda abierta la pregunta si el AFR 638 tiene de por sí una menor tolerancia frente a estrés por sequía¹¹ o si está indirectamente sujeto a problemas de sequía por su ciclo vegetativo más largo. Algunos agricultores manifestaron su intención de sembrar el AFR 638 en el próximo semestre de manera adelantada aspirando poder aliviar el inconveniente.

Finalmente 86% de los agricultores entrevistados manifestaron su decisión de volver a sembrar el AFR 638, mientras el 9% declaró no seguir con este material. La parte restante (5%) estaba en dudas todavía¹².

¹⁰ No obstante, un 22% de los agricultores opinó que el AFR 638 era "más tolerante al verano" que el Radical. Algunos productores se quedaron con la duda si el ciclo más largo no podría ser ventajoso también por la misma razón de la distribución irregular de la precipitación.

¹¹ A raíz de un mecanismo fisiológico específico.

¹² N = 22.

5. Conclusión

1. En condiciones de siembra comercial durante el semestre 93B no se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre la línea promisorio del CIAT AFR 638, resistente a antracnosis y la variedad local Radical, susceptible a la enfermedad.
2. La anterior conclusión se basa en los valores promedios de rendimiento. Aplicando el análisis de estabilidad mediante el cual se evalúa el comportamiento de dos ó más variedades en una misma serie de ambientes desfavorables y favorables se concluye que el Radical superó ligeramente al AFR 638 en ambientes desfavorables, mientras este último superó al Radical en condiciones favorables.
3. Tales condiciones favorables son probablemente determinadas para la zona friolera de San Gil por una precipitación total suficiente y por una distribución adecuada de ella.
4. Los agricultores manifestaron como desventaja principal del AFR 638 su ciclo vegetativo más largo (10 a 15 días) en comparación con el Radical. Ellos temen el mayor riesgo que esto implicaría en vista de la mencionada irregularidad en las lluvias.
5. En forma consistente identificaron los agricultores como desventaja principal de la variedad Radical su susceptibilidad a antracnosis y como una de las mayores ventajas de la línea promisorio AFR 638 su resistencia a la misma enfermedad. Ello parece indicar que la estrategia de buscar un frijol tipo Radical con resistencia a antracnosis para la zona es apoyada por los productores.
6. El 86% de los agricultores entrevistados manifestó su interés en seguir sembrando el AFR 638. 5% están indecisos todavía, mientras el 9% dijo no volver a sembrar la línea.

6. Recomendaciones

1. Sería oportuno volver a realizar un análisis de estabilidad con base en datos de rendimiento obtenidos en el semestre 94A.
2. Igualmente es aconsejable repetir la encuesta informal con los productores para averiguar si se mantiene la actitud de ellos frente al AFR 638 y al Radical o si se presentan cambios.
3. Es indispensable seguir probando otros materiales promisorios los cuales deberían ser resistentes a antracnosis, no quedar debajo del rendimiento del Radical, tener un grano aceptable por el mercado y en lo posible igualar al Radical en cuanto al ciclo vegetativo.
4. En este contexto se recomienda evaluar el material RAA 17 el cual sobresalió en el ensayo de adaptación del semestre 93B por rendimiento, aceptación del grano (por los productores) y una posible resistencia o tolerancia a antracnosis.

7. Bibliografía

AMEZQUITA, M. VOYSEST, O. Progress in Disease Resistance and Yield Potential: An Analysis of VEF-EP nurseries in 1979-1986. En: CIAT. Progreso en la Investigación y Producción del Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.) Cali. 1989. pp. 11-58.

BELTRAN, Jorge. Evaluación de Tecnologías para Agricultores. Caso del Sistema Frijol en San Gil, 1990. Informe. CIAT. 1990.

BELTRAN, J. et al. La Investigación a Nivel de Finca: Caso del Sistema de Relevo Maíz-Frijol en San Vicente, Colombia 1982-1987. CIAT. Documento de Trabajo No. 33. Cali. 1988.

CIAT. Standard System for the Evaluation of Bean Germplasm. Cali. 1987.

CIMMYT. Programa de Economía. La Adopción de Tecnologías Agrícolas: Guía para el Diseño de Encuestas. Mexico. 1993.

HILDEBRAND, Peter. Modified Stability Analysis of Farmer Managed, On-Farm Trials. En: Agronomy Journal, 76, 1984: 271-274.

HILDEBRAND, Peter. Poey, Federico. On-Farm Agronomic Trials in Farming Systems Research and Extension. Boulder. 1985.

ICA. Regional 7. Guía para la Asistencia Técnica Agropecuaria en el Distrito del Socorro-Santander. San Gil. 1987.

LIGARRETO, Gustavo. Consideraciones Generales sobre el Cultivo de Frijol en Colombia. En: Revista ICA, 26, 1991: 235-244.

PASTOR-CORRALES, M. Tu, J. Anthracnose. En: Schwartz, Howard. Pastor-Corrales, Marcial. (Eds.). Bean Production Problems in the Tropics. CIAT. Cali. 1989. pp. 77-104.

PASTOR-CORRALES, Marcial. Antracnosis en San Gil. Informe. CIAT. Septiembre 25, 1991.

RUIZ DE LONDOÑO, Nohra. JANSSEN, Willem. Un Caso de Adopción de Tecnología: La variedad de Frijol Gloriabamba en Perú. CIAT. Documento de Trabajo. No. 61. Cali. 1990.

STROUD, Ann. Conducting On-Farm Experiments. CIAT. Cali. 1993.

VOSS, Joachim. **GRAF**, Willi. On-farm Research in the Great Lakes Region of Africa. En: van Schoonhoven, A. Voysest, O. (Eds.) Common Beans. Research for Crop Improvement. CABI. CIAT. Wallingford. Cali. 1991. pp. 891-929.

VOYSEST, Oswaldo. Informe de Viaje. CIAT. Julio 11, 1990.

WOOLLEY, J. Integrating onstation and onfarm research. En: CIAT. Progreso en la Investigación y Producción del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) Cali. 1989. pp. 449-456.

WOOLLEY, J. et al. Identifying Appropriate Technologies for Farmers: The Case of the Bean+Maize System in Ipiales, Colombia. 1982-1986. CIAT. Working Document No. 31. Cali. 1988.

Costos y beneficios de la decisión de sembrar AFR 638 en lugar de Radical en ambientes desfavorables con base en el análisis de estabilidad.

1. En años con suficiente precipitación los rendimientos normales de frijol en la zona fluctúan entre 800 Kg/ha y 1200 Kg/ha.

Con un valor de 800 Kg/ha como índice ambiental, el AFR 638 queda unos 28 Kg/ha debajo del Radical¹³. Entonces, surge la pregunta si por la reducción en los costos de producción por no tener que fumigar el AFR 638 se recupera económicamente esta pérdida de rendimiento?

Suponiendo un precio de venta de \$720/Kg para el frijol -no hubo diferencias en los precios del Radical y del AFR 638- los 28 Kg/ha representan un valor de \$20,160/ha. El control químico de antracnosis en el caso del Radical asciende a unos \$31,720¹⁴. Por lo tanto, aún en el supuesto límite inferior de la franja de los rendimientos normales es la mejor opción sembrar AFR 638 que Radical (con base en el análisis de estabilidad).

2. Pero cuál es el valor del índice ambiental debajo del cual la pérdida en el rendimiento del AFR 638 frente al Radical es económicamente mayor que el ahorro en los costos de producción por no tener que fumigar? Este valor se determina (1) al dividir el costo del control químico por el precio de venta de 1 Kg de frijol¹⁵ y (2) suponiendo que la diferencia entre las dos ecuaciones del análisis de estabilidad sea igual al número de Kg obtenidos en el paso (1).

¹³ Aplicándose las ecuaciones de las respectivas líneas de regresión de la Fig. 1.

¹⁴ 3 aplicaciones según recomendación vigente de CORPOICA/ICA, Creced San Gil. Valor incluye 3 jornales a \$3,000.

¹⁵ [\$31,720/ha.] : [\$720/Kg.] = 44 Kg/ha.

El cálculo señalado arroja como resultado $e = 641 \text{ Kg/ha}$ ¹⁶. Es decir, que debajo de este valor hubiera sido mejor haber sembrado Radical efectuándose siempre un control químico de antracnosis. Sin embargo, a este nivel de rendimiento está en juicio la rentabilidad del cultivo como tal, obteniéndose un ingreso bruto de unos \$477,000/ha. con unos costos de producción que fluctúan alrededor de \$500,000/ha.¹⁷

3. Con base en la experiencia de los agricultores de la zona como también mediante mediciones directas realizadas en un experimento comparativo entre agricultura convencional y biológica¹⁸ se puede establecer que las pérdidas en el producto final por granos de mala calidad representan entre 3% y 5% en el caso del AFR 638 y entre el 10% y el 15% en el caso del Radical. Partiendo de una merma promedio de 4% en el caso del AFR 638 y de 12.5% para el Radical, el "punto de equilibrio " a partir del cual sería más racional sembrar Radical que AFR 638 se mueve más todavía hacia la izquierda en el eje "e" (índice ambiental) y llegaría a un valor e de aproximadamente 3 cargas/ha (375 Kg/ha). Por lo tanto, es perfectamente entendible la importancia que los agricultores entrevistados han dado al hecho de que en el caso de la línea promisorio AFR 638 no hay que seleccionar (tanto) el grano antes de venderlo. O tal como lo expresó un agricultor: "Aún si se coge menos con el AFR 638, por no tener que fumigarlo y por no tener que escogerlo tanto, van empatados nuevamente el AFR 638 y el Radical".

¹⁶ $[54.06 + 0.95 e] - [-54.06 + 1.05 e] = 44 \text{ Kg/ha.}$

¹⁷ Según información personal de Claudio Fuentes (ICA, San Gil).

¹⁸ Convenio SEPAS-Universidad Jorge Tadeo Lozano.

**PROYECTO DE RECUPERACION DE SUELOS DE LADERAS DEGRADADOS
POR LA EROSION MEDIANTE EL USO DE PROCEDIMIENTOS
BIOLOGICO-FORESTALES**

Héctor Alirio Moreno¹
Clara León¹

Resumen

En el área de influencia del CRECED Guanentá Comunero, los procesos erosivos naturales relacionados con el reacomodamiento de las laderas y los procesos erosivos antrópicos relacionados con la preparación inadecuada del terreno generalmente en sentido de la pendiente y con uso excesivo de maquinaria, siembras de cultivos limpios en monocultivo (frijol, tabaco, yuca, tomate, etc.) en favor de la pendiente sin prácticas de conservación, labores culturales como deshierbos con azadón y quemas que propician la erosión han ocasionado una alta degradación del recurso suelo, con la presencia de cárcavamiento severo como fenómeno más significativo, escurrimiento concentrado y arrastre permanente de suelo.

Debido a lo anterior, podemos afirmar que un 60% del área del CRECED Guanentá Comunero está erosionada y el 40% restante en proceso de degradación, por lo cual se ameritan labores especiales para disminuir su deterioro y reincorporarla de nuevo al proceso productivo. Para ello es necesario establecer una serie de procedimientos biológico-forestales y tratamientos de revegetalización que disminuyen los procesos erosivos y estabilicen los suelos para que se inicie su recuperación.

¹ Ingeniero Agrónomo y Agróloga respectivamente. CORPOICA, CRECED Guanentá-Comunero. San Gil.

1. Introducción

La erosión es un proceso dinámico mediante el cual se destruyen los suelos productivos. Su dinamismo depende de la intensidad de factores biofísicos, sociales y económicos existentes en el área. La erosión puede ser: Natural cuando en ella intervengan únicamente los factores suelo, clima, material parental y relieve y acelerada cuando además de los factores naturales, intervenga el hombre con sus actividades sociales y económicas.

El hombre necesita producir alimentos y fibras, las cuales obtiene mediante sus actividades sobre los recursos naturales, principalmente sobre el suelo lo cual lo convierte en el recurso de mayor atención y cuidado para garantizar una producción sostenida.

Los suelos deben usarse de acuerdo con su capacidad productiva y manejarse de acuerdo con sus características y situaciones, por ello cuando el suelo ha sido tradicionalmente mal manejado, su capacidad productiva decrece progresivamente hasta convertirlo en áreas improductivas. A cada clase de suelo bien sea dedicado a la explotación agrícola, ganadera o forestal debe dársele una adecuada atención para que se mantenga así mismo y ayude a mantener a los otros suelos que la rodean.

La degradación de los suelos en el área del CRECED Guanentá Comunero ha sido ocasionada por diferentes factores como el edafoclimático relacionado con altas y largas pendientes en suelos susceptibles a la erosión; el uso del suelo con una preparación inadecuada, generalmente en el sentido de la pendiente y en ocasiones uso excesivo de maquinaria, siembras en favor de la pendiente con prácticas agronómicas como la deshierba con azadón, quemas y aporques que propician la erosión; siembra de cultivos limpios sin cobertura protectora, especialmente en monocultivo (frijol, tabaco, yuca, tomate), falta de rotaciones planificadas y no uso de prácticas conservacionistas y finalmente, un factor importantísimo como el socioeconómico originado por el alto porcentaje de población en la zona que conduce a un uso intensivo de la tierra, aunado esto a la alta presencia de minifundio y demanda alimentaria.

La problemática anterior unida al proceso erosivo natural, ha ocasionado que en un 60% del área se presenta erosión severa, caracterizada por la formación de cárcavas, surcos y calvas por sobrepastoreo además de movimientos y remociones en masa, lo cual justifica por sí solo la realización de investigaciones que conduzcan, no solamente a evitar el deterioro del suelo, sino que hagan un uso adecuado, mantengan y mejoren su capacidad productiva.

Así mismo, tanto la evidencia del problema como sus consecuencias futuras justifican realizar acciones que permitan concientizar a las personas encargadas del manejo de la política económica y a la ciudadanía en general en la toma de decisiones, que conduzcan a la corrección y manejo apropiado del recurso suelo.

El establecimiento de parcelas demostrativas con procedimientos y prácticas que conduzcan a la recuperación de los suelos en los sitios donde suceden los problemas, con la participación de la comunidad y la coordinación interinstitucional, se constituye en una estrategia eficiente y válida para concientizar y educar a la población ante la gravedad del problema.

Objetivos del Proyecto de Recuperación de Suelos

General

Evaluar y generar sistemas de recuperación y manejo conservacionista, para minimizar y/o controlar la degradación de los suelos producida por la erosión, a causa del uso inadecuado de los mismos.

Específicos

- Demostrar in situ las bondades de los sistemas de recuperación y manejo apropiado de los suelos, desarrollando y creando tecnologías que se ajusten a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de cada zona.
- Definir sistemas de conservación de suelos y de prevención de erosión en estas áreas.
- Transferir a diferentes tipos de usuarios la necesidad de difundir y adaptar las prácticas de manejo y conservación de suelos para recuperar o mantener la capacidad productiva de los mismos.

2. Revisión de Literatura

La zona andina colombiana representa el 26.6% de la superficie del país y está conformada por las tres cordilleras que lo atraviesan de sur a norte: La Oriental, la Central y la Occidental, y los sistemas montañosos de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de la Macarena.

Aproximadamente el 78% de la población del país se encuentra localizada en estas regiones de ladera y pequeños valles intramontanos, debido a factores de orden histórico, socioeconómico, climático y la productividad alta de los suelos cubiertos por cenizas volcánicas, que se presentan en grandes áreas de las cordilleras Central y Occidental y en algunos sectores de la Oriental.

La degradación de los suelos puede ser por causas físicas, químicas, biológicas o por la combinación de ellas, pero la causa primordial de ésta con repercusiones en la productividad de los suelos, es la erosión debida a los usos inadecuados de estos, a los sistemas de producción y manejo poco técnico, y a la carencia casi total de prácticas de conservación de suelos.

La explotación agrícola en estas regiones es tradicional, lo cual unido a la enorme diversidad de condiciones climáticas, geológicas y pedológicas de la zona montañosa, hace que se presenten problemas de erosión muy variados con intensidades desde leves, fuertes a muy fuertes, ya que son áreas muy intervenidas, con usos muy variados, con clima generalmente húmedo y de relieve desde fuerte hasta moderadamente quebrado en donde predominan los procesos erosivos en masa (solifluxión, deslizamientos, derrumbes, etc.) y erosión pelicular y laminar en algunas zonas cafeteras, sobre todo en las vertientes exteriores de la cordillera Oriental y Occidental.

No obstante que se cuenta actualmente con tecnología apropiada para el uso, el manejo y la conservación de los suelos de ladera con base en la investigación de las relaciones suelo-clima-animal-hombre realizada por varias entidades tales como la C.V.C., el CIAT, FEDERACAFE, diversas Universidades y el ICA, no ha habido la adopción de la misma en la intensidad y extensión que se requiere quizá por una falta de políticas coherentes y de normalización de las técnicas entre las diferentes instituciones y una transferencia oportuna, conveniente y eficiente hacia el agricultor [Gómez (1988)].

La erosión y degradación de suelo es un problema antiguo, sin embargo, es cada vez más preocupante debido al incremento de la población, a la concentración de ésta en zonas quebradas y a la presión que ejercen sobre la tierra para producir alimentos.

En los municipios de Zapatoca, Villanueva, Barichara y Curití, se presentan graves problemas de degradación ocasionado por la impermeabilización de los suelos y la desaparición de horizontes superficiales ricos en materia orgánica: el deterioro de los procesos evolutivos del suelo los cuales determinan un bajo nivel de fertilidad del suelo y la tala indiscriminada de bosques.

Algunas áreas de las provincias Guantánamo y Comunero presentan procesos avanzados de erosión y muy baja capacidad de regulación hídrica ocasionado por la remoción de la cobertura vegetal, el sobrepastoreo y el uso prolongado e intensivo de los suelos.

La productividad futura de estas áreas está condicionada a cambios significativos en el manejo de los suelos y en el empleo de coberturas vegetales [Méndez (1992)].

La erosión se puede prevenir o controlar mediante tratamientos biológico-forestales, los cuales están dirigidos a la prevención y control de la erosión, complementando en muchos casos las obras de ingeniería civil, tratando además, de devolver la cobertura vegetal a aquellos sitios en que ha desaparecido ya sea por factores naturales o antrópicos y evitando de esta manera, el impacto directo de las aguas lluvias, disminuyendo la velocidad de las aguas de escorrentía, regulando la infiltración, fijando el suelo y logrando en general un equilibrio entre el volumen de materiales de arrastre y los flujos naturales de agua.

Las principales prácticas de recuperación de suelos degradados son:

- Trinchos en guadua para corrección de cauces
- Trinchos en guadua para estabilización de taludes
- Trinchos de esterilla
- Trinchos de cañabrava
- Barreras vivas
- Empadrizados
- Mateados
- Colchones de empaques de fique
- Reforestación o plantación protectora
- Regeneración natural [Soto (1984)]

3. Materiales y Métodos

La metodología para la realización de este trabajo, se basa en la participación de la comunidad (Juntas de Acción Comunal) y/o selección de usuarios en predios erosionados por diferentes circunstancias. Su colaboración es de tipo directo y bajo su responsabilidad estará el cuidado y vigilancia de los tratamientos establecidos, además de comprometerse a contribuir con la mano de obra y materiales de su predio hasta la terminación de las obras propuestas, buscando con ello asegurar un intercambio constante con la comunidad. La asesoría, asistencia técnica y diseño final de las prácticas de recuperación estará a cargo de los técnicos de CORPOICA.

Se establecerán parcelas demostrativas para la ejecución de las prácticas propuestas, con el fin de implementar las tecnologías introducidas y diseñar nuevas alternativas de manejo para los suelos. Mediante demostraciones de método, en estas parcelas se busca reunir otros productores de la región, con el fin de fomentar el establecimiento de prácticas de recuperación en sus parcelas.

Selección de Areas

Tomando como base los estudios de suelo, uso actual y potencial y el estado actual de degradación de la zona, se delimitarán las áreas o predios afectados por erosión severa y muy severa, definiendo con la comunidad y/o propietarios los correspondientes procedimientos de recuperación.

Complementario a esta primera etapa se aislarán las áreas mediante el establecimiento de cercas de alambre de púa de 3 hilos y postadura de madera separada a 2.50 mts. La finalidad de este aislamiento es evitar la intervención humana o animal, mientras se ejecuten o establezcan definitivamente los trabajos de recuperación propuestos.

Revegetalización

En las áreas previamente aisladas, se inducirá de nuevo la cobertura vegetal multiestrata en sitios donde por diferentes causas se ha perdido o degradado. Las fases a seguir en esta área serán: 1) Revegetalización natural o repoblación forestal natural, con el establecimiento de especies vegetales nativas pioneras, las cuales serán escogidas en concordancia con la comunidad (este tipo de establecimiento se hará por semilleros y por sucesión natural), 2) revegetalización inducida propiciando el establecimiento de coberturas vegetales, mediante la siembra al voleo de especies

colonizadoras o con la plantación de material vegetativo (estacas, estolones, etc.) y 3) revegetalización por reforestación o bosques cultivados, la cual se realiza con especies nativas o introducidas de portes arbustivo o arbóreo.

Establecimiento de Gramíneas y Leguminosas Forrajes

Una de las decisiones más importantes en el diseño de obras para el control de la erosión es escoger el tipo de pasto más apropiado para cada caso en particular. Se establecerán gramíneas del género Brachiaria (especies B. decumbens, B. dictyoneura y B. humidicola), las cuales tienen buena resistencia a la quema y a los intensos veranos, cuyos costos de mantenimiento son bajos y los cuales se adaptan fácilmente a suelos ácidos.

El Pasto Taiwan, el cual es bastante invasor, resiste intensos veranos y ha sido muy utilizado para el control de la erosión en la zona cafetera de Colombia, en áreas degradadas, desprovistas de vegetación.

Las leguminosas forrajeras se utilizarán como cultivos de cobertura para disminuir erosión, nitrificar el suelo, controlar malezas en cultivos perennes y como forraje para alimentos de bovinos. En la zona ha tenido buena aceptación el Arachis pintoí (maní forrajero) por su adaptación a las condiciones climáticas y su comportamiento invasor.

Construcción de Trinchos

La práctica más utilizada a nivel de finca para corrección de la erosión, son los trinchos, acompañados de coberturas vegetales. Son pequeñas estructuras transversales, a manera de empalizadas o diques de madera o piedra que se ubican en forma escalonada como obstáculos a la dirección y velocidad del agua y detienen el arrastre del suelo. Se utilizan como materiales, la guadua o la caña brava con posteadura o sostenimiento del trincho con estacas vivas de especies disponibles en la región.

Coberturas Muertas (mulch) y Residuos de Cosechas

Son los residuos vegetales provenientes de desyerbos, podas, soqueos y desperdicios de cosecha que se dejan en el suelo con el fin de formar una cobertura protectora contra la erosión. Los desperdicios de cosecha (frijol, maíz, caña, plátano) también pueden ser utilizados como cobertura muerta, sin embargo, algunos de estos residuos vegetales pueden ser usados en forma descompuesta (compost) con el fin de ser empleados como abonos orgánicos. En el área del CRECED el 85% de los residuos

vegetales provenientes del frijol pueden ser utilizados con este fin (1070 Kg/ha materia seca).

Colchones de Empaques de Fique

Es el establecimiento de cobertura vegetal de porte pequeño o arbustivo, en sitios degradados y de fuertes pendientes. Se utilizan empaques de fique, materia orgánica, semillas de plantas y arbustos de la zona y estacas para el anclaje o fijación del "colchón".

Los empaques se unen y se rellenan con la materia orgánica y las semillas, quedando fijos el terreno como "colchones" o "almohadas".

4. Bibliografía

GOMEZ, A. La zona andina colombiana. Erosión y conservación de suelos. En: Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 18 (2), 1988: 27-39.

MENDEZ, A. Descripción ambiental del departamento de Santander y propuesta para un plan de investigación y transferencia en manejo de suelos. ICA Regional 7. Bucaramanga. 1992.

SOTO, H. Los tratamientos Biológico-Forestales en el Control de la erosión. En: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Manejo y Conservación de Suelos de Ladera. Cali. 1984.

EFECTOS DE LA AGRICULTURA BIOLÓGICA Y CONVENCIONAL EN LA FERTILIDAD Y CONSERVACION DE SUELOS Y EN LA PRODUCCION DE FRIJOL (SAN GIL - SANTANDER)

Tomás León Sicard¹
Juan A. Espinoza²
Adrian Maitre³
Luis Barragán²
Edgar Rodríguez²

Resumen

En un suelo Eutropept typic se compararon durante 1993 los efectos de dos sistemas de agricultura: Convencional (SC) y Biológico (SB) en la fertilidad y conservación de suelos y en la producción de frijol (Phaseolus vulgaris). Para el semestre A, se utilizó una prueba de comparación pareada y los criterios del SC fueron: quema de residuos, frijol AFR 638 en unicultivo, fertilización química, aplicación de gallinaza y control químico de plagas; el SB incluyó incorporación de residuos orgánicos, frijol AFR 638 en policultivo, compost, gallinaza y control fitosanitario con dos extractos vegetales. Se obtuvieron rendimientos de frijol altos para la zona (aprox. 1,800 Kg/ha.) en ambos sistemas sin diferencias estadísticamente significativas. En el suelo se aumentaron los contenidos de calcio casi hasta saturación debido a la gallinaza. En el Semestre B se utilizó un diseño en bloques al azar con tres tratamientos (fríjol Radical sin control de antracnosis, Radical con control y AFR 638 genéticamente resistente) y un factor no aleatorizado (los sistemas de agricultura). En el SB se utilizó solamente frijol intercalado con maíz, se eliminó el compost, se utilizó un extracto y se disminuyeron las dosis de gallinaza; en el SC se disminuyó el fertilizante químico y se sembró en favor de la pendiente. Los resultados mostraron diferencias significativas en los rendimientos de frijol a favor del SB que no pudieron ser explicadas por un solo factor, aceptando la hipótesis de un "efecto debido al sistema". La antracnosis no fue un limitante para la producción. Los rendimientos de todas las parcelas se redujeron a 1/3 en relación con

¹ Agrólogo. Centro de Investigaciones Científicas. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

² Técnicos Agrícolas e Ingeniero Agrónomo. Secretario Diocesano de Pastoral Social (SEPAS), San Gil.

³ Antropólogo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

la primera siembra, debido probablemente a efectos climáticos. Dentro de cada sistema no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual sugiere la poca efectividad de los controles químico y biológico, en cuanto al rendimiento se refiere. No se registraron tampoco diferencias sustanciales en las propiedades químicas de los suelos debido a los tratamientos, aunque se estimaron pérdidas de aproximadamente 4.5 Kg/Ha/día y 11.3 Kg/Ha/día de suelos para SB y SC respectivamente.

1. Introducción

Un estudio realizado en la Cuenca Baja de la Quebrada Curití por León (1990), diagnosticó conflictos por sobre y sub-utilización de la tierra en 2567 Has (43% del total) debidos, posiblemente, a prácticas inadecuadas de manejo como quemas de residuos orgánicos, siembra a lo largo de las pendientes, ausencia de coberturas protectoras y desnudez del suelo por períodos prolongados de tiempo. No puede afirmarse, sin embargo, que los agricultores del área sean los responsables exclusivos de este deterioro. Ello podría deberse, en opinión de algunos investigadores locales, a una combinación de factores climáticos y edáficos que acelerarían los efectos regresivos anotados. En teoría, tales problemas de deterioro podrían ser enfrentados apelando a los postulados y prácticas de la denominada "**Agricultura Biológica u Orgánica**".

Esta concepción de la agricultura, nacida de la convergencia del conocimiento ancestral campesino e indígena con los recientes avances científico-tecnológicos, se basa, entre otras cosas, en el mantenimiento de los ciclos naturales, en la conservación y reciclaje de la materia orgánica del sistema, en la no utilización de agroquímicos y en la preservación de la fertilidad edáfica, todo enmarcado en una concepción integral de las relaciones agroecosistema-cultura. Tales principios han sido expuestos y desarrollados principalmente por Howard (1940), Rusch (1968), Aubert (1977), Primavesi (1982) y Altieri (1985).

En la región Sangileña existen agricultores que de manera diferencial incorporan elementos de agricultura orgánica en sus parcelas (Maitre et al. 1993), pero aún subsisten muchas de las prácticas arriba mencionadas que aceleran los fenómenos erosivos. Dada la ausencia de información científica sobre las ventajas y/o desventajas de la agricultura biológica en el área de estudio, se propuso adelantar una investigación a largo plazo, cuyos objetivos específicos están dirigidos a comparar experimentalmente los cambios que se producen en la fertilidad y en la conservación de suelos y en la producción de cultivos asociados cuando se manejan parcelas con criterios de agricultura biológica y local. En este documento se presentan algunos resultados preliminares obtenidos durante el primer ciclo de cultivo (semestres A y B de 1993).

2. Metodología

El trabajo se realizó en el Predio Capellanía (municipio del Páramo) de propiedad del Instituto de Liderato Social de esa localidad, ubicado a 1 Km del casco urbano y a 18 Kms al sur de San Gil (Departamento de Santander-Colombia). La región es húmeda y se clasifica de acuerdo con Holdridge (1978), como bosque húmedo montano bajo (bh-MB), con temperatura promedio anual de 22°C y precipitaciones cercanas a 1,800 mm anuales. La experiencia incluyó dos siembras durante los semestres **A** (abril -junio) y **B** (septiembre-diciembre) de 1993. En los apartes siguientes se describe la metodología empleada en cada ciclo, tanto a nivel de la producción vegetal como del monitoreo de los cambios ocurridos en el suelo.

Semestre 1993 A

Se seleccionó una superficie aproximada de 2400 mts² con pendientes entre 3-7% y 7-12% (ligeramente inclinadas a inclinadas) y en ella se demarcaron seis parcelas de 25 x 13 mts (325 mts² cada una). Se utilizó, para esta primera etapa de carácter exploratorio, un arreglo de comparación por pares con dos tratamientos y tres replicaciones. Los tratamientos **AB** (agricultura biológica) y **AC** (agricultura convencional) consideradas en su totalidad como variables independientes, incluyeron los siguientes criterios:

AGRICULTURA BIOLÓGICA: -Policultivo de frijol con maíz, tomate, cebolla y repollo.

-Incorporación de residuos orgánicos;
siembra atravesada; compost, control de plagas con extractos vegetales.

AGRICULTURA CONVENCIONAL

O LOCAL:

-Monocultivo de frijol;
-quema de rastrojo; siembra atravesada;
fertilización química; gallinaza y control químico de plagas.

El trabajo se inició con un levantamiento detallado de suelos a través de observaciones con barreno y descripción del perfil modal. Posteriormente, el área, que venía de un período de descanso superior a 5 años, fué limpiada con guadañadora. Se ubicaron las parcelas y en ellas se inició el manejo correspondiente a cada sistema de agricultura. Para el manejo convencional se siguieron las instrucciones de un agricultor local que trabajó permanentemente en la parcela (Maître et al. 1993). En las seis

parcelas se aró la tierra con motoazada hasta una profundidad de 20 cms. En el sistema convencional se quemaron los residuos antes de la arada y en el biológico no.

Como cultivo principal se utilizó la línea promisoría AFR 638 frijol (Phaseolus vulgaris), obtenida en el CIAT, la cual es resistente a antracnosis (enfermedad producida por el hongo Colletotrichum lindemuthianum). Se sembró en monocultivo (distancias de 60 cms entre surcos y 35 entre plantas) en el sistema de agricultura convencional (SC), y en asocio con maíz (Zea mais) e intercalamiento con cebolla, tomate y repollo en el sistema de agricultura biológica (SB). Por diversos motivos, los tres últimos cultivos se perdieron y su espacio prácticamente fué ocupado por adventicias durante todo el ciclo. En cada surco de la asociación se dispusieron tres matas de frijol intercaladas con una de maíz. La siembra se ejecutó simultáneamente el 15 de Abril.

En cada parcela convencional se incorporó, al momento de la siembra, 70 kg de gallinaza (aprox. 2.15 ton/ha) y 6.5 Kg/ de Triple 15 (200 Kg/ha) mientras que en el sistema biológico se adicionaron 52.5 Kg/parcela de compost (3.2 ton/ha) repartidos por mitad al momento de la siembra y antes del aporque. Después del aporque se aplicaron 35 kg de gallinaza/parcela (1,075 kg/Ha). Los aportes de estos materiales en términos de nutrientes mayores se presentan en la tabla 1. El control fitosanitario en las parcelas convencionales -manejadas por los agricultores-, incluyó dos fumigadas con Monitor y Bravo 500 la primera y Bravo 500 y Dithane la segunda. En el SB se realizaron 2 aplicaciones de un extracto ajo-ají (45 dientes de ajo \pm 5 ajíes licuadas con 30 c.c. de aceite mineral en 20 litros de agua) y 3 aplicaciones similares de cola de caballo (Equisetum arvense) preparado con 300 grs x 20 litros de agua en decocción. Tanto el frijol como el maíz se aporcaron a los 15 días de la siembra.

La cosecha se realizó el 15 de julio, eliminando los bordes de las parcelas y tomando primero al azar 10 plantas/parcela para establecer los componentes del rendimiento (# de vainas/planta, # de granos/vaina y peso de 100 granos). Luego se determinó la producción del área útil en términos de peso de grano seco.

Semestre 1993 B

Para este segundo ciclo se realizaron cambios tanto en el diseño experimental como en el arreglo de las parcelas conservándose, no obstante, los criterios de separación entre los dos sistemas de agricultura. En ambos sistemas se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres tratamientos y seis replicaciones en parcelas de 4.3 x 12.5 mts. (53.7 mts²). Los tratamientos en esta oportunidad fueron: AFR 638 sin control de antracnosis, Radical sin control y Radical con control. En el arreglo espacial del SB se eliminaron los cultivos accesorios y solamente se sembró Frijol intercalado con Maíz. El frijol se sembró a 0.70 x 0.30 cms (2 semillas/sitio) en los dos sistemas

para una densidad de 95.240 plantas/ha. En las parcelas AB el maíz se sembró entre los surcos tres y cuatro de frijol, quedando a distancias de 2.8 mts por 1.0 mts (7,140 plantas/ha).

En cada una de las 18 parcelas AC se aplicó gallinaza (1.5 ton/ha) en la siembra y veinte días después de la siembra, Triple-15 (135 Kg/ha). En las AB solamente se aplicó gallinaza en dosis de 1.5 ton/ha al momento de la siembra. Los aportes en términos de nutrientes mayores, dosis y fechas, se resumen en la tabla 2. En las parcelas AC el control fitosanitario incluyó 3 aplicaciones a los 20-40 y 65 días utilizando, respectivamente, 20 cc de Manzate, 20 cc de Manzate + 8 cc de Benlate y 8 cc de Benlate por 20 litros de agua. En el Biológico se realizaron 11 aplicaciones de cola de caballo (200 grs. x 10 litros de agua de cocción) en intervalos de 19-32-35-38-42-47-49-53-56-60 y 69 días después de la siembra. La cosecha se realizó entre los días 3 y 8 de diciembre, en áreas útiles de 33.3 mts² (SB) y 22.4 mts² (SC). Se determinó la producción total de cada área útil y posteriormente se establecieron los contenidos de humedad de submuestras (250grs/parcela) para ajustar los datos al 14% de humedad.

En relación con el suelo, se tomaron 6 muestras al finalizar el Primer ciclo y 18 muestras más al finalizar el período 1993B, hasta 25 cms de profundidad, que fueron enviadas a los laboratorios de la Secretaría de Fomento Agropecuario de la Gobernación de Santander con sede en la Universidad Industrial de Santander (UIS) en Bucaramanga y del Centro de Investigaciones Agroindustriales de la Universidad Tadeo Lozano de Bogotá. Los resultados se compararon contra los niveles iniciales reportados en el levantamiento detallado de suelos. Adicionalmente se construyeron dos parcelas de escorrentía de 5.0 x 6.0 mts (1 por sistema) y se tomaron muestras semanales de los sedimentos transportados. Una de tales muestras fué analizada químicamente en el laboratorio de la Secretaría de Fomento Agropecuario. Se realizaron análisis de materia orgánica (% de carbono y nitrógeno total), pH, fósforo, capacidad de intercambio de cationes, bases totales y porcentajes de saturación, de acuerdo con el manual del laboratorio de suelos del IGAC (1979).

3. Resultados y Discusión

1. Semestre 1993 A

a. A nivel de la producción

Los efectos de los tratamientos sobre la producción y los componentes del rendimiento del frijol AFR 638 se muestran en la tabla 3.

De acuerdo con los resultados expuestos, ni en la comparación pareada (AB1 vs AC1; AB2 vs AC2; AB3 vs AC3) ni en la comparación total de las producciones obtenidas en los dos sistemas de agricultura, se encontraron diferencias estadísticas significativas. Tampoco se encontraron diferencias entre algunos componentes del rendimiento (vainas por planta, # de granos/vaina) aunque el peso de 100 semillas sí arrojó diferencias significativas entre los dos sistemas. Es necesario tener en cuenta que el número de tratamientos y replicaciones fué bajo y en consecuencia los grados de libertad del error para la prueba de hipótesis también fueron reducidos, lo cual disminuye la precisión estadística de la experiencia. El promedio real de 1,136 Kg/ha. para las parcelas de agricultura biológica parece ser muy bajo en relación con los 1,874 Kg/ha. obtenidos en el sistema AC, pero debe recordarse que se trata de un arreglo espacial en el cual el frijol no ocupó sino el 60% del área útil. Ello hace que las cantidades encontradas sean necesariamente bajas puesto que en los cálculos se involucra el área total que en teoría debió estar ocupada por los cultivos accesorios (tomate, cebolla y repollo) los cuales, como se anotó anteriormente, no prosperaron por diversos motivos. Bajo estas circunstancias, se calculó matemáticamente la producción que podría esperarse de mantenerse la asociación frijol-maíz cubriendo toda la superficie de las parcelas biológicas y ello arrojó una producción promedio para las tres parcelas de 1,893 Kg/ha, estadísticamente igual al frijol del sistema convencional. Estos niveles alcanzados superan ampliamente los promedio regionales (San Gil Barichara-Villanueva) del frijol Radical, que fluctúan entre 800-1,000 Kg/ha. en años normales, aunque debe tenerse en cuenta que se trata de datos experimentales.

La igualdad estadística se mantiene para los dos sistemas cuando se comparan, además, el # de vainas/plantas y el # de granos/vaina, a pesar que se registran mayores valores en las parcelas AB (19.6 vainas/planta y 3.71 granos/vaina contra 18.5 y 3.68 respectivamente en las AC). Esta ventaja se hace estadísticamente significativa en el peso de 100 semillas, cuyo promedio en el sistema biológico (55.42 grs) es superior al del convencional (51.65 grs.). Estos datos contrastan con lo expuesto por varios autores que reportan bajas producciones iniciales en los sistemas de agricultura orgánica (Lockeretz, 1978; Petterson, 1978; Vereijkem, 1986). Es de anotar que en la etapa de desarrollo R5 (prefloración), se presentaron ataques de virus (Mosaico Amarillo y Mosaico Común) que afectaron 30 y 18 plantas de los sistemas convencional y biológico, respectivamente (sacadas del campo y quemadas). Además se registró la presencia de roya, bacteriosis y de mustia hilachosa (agente causante Thanaphorus cucumeris), las cuales, en su conjunto, pudieron afectar diferencialmente las poblaciones de plantas en los dos sistemas bajo estudio. El mantenimiento de rendimientos biológicos similares a los obtenidos con el sistema convencional puede explicarse, además, por las características químicas de los suelos en el área (Typic eutropept) que presentan contenidos altos de materia orgánica, bases intercambiables y fósforo, con porcentajes de saturación inicial por encima del 50%.

b. A nivel de las características del suelo

En la tabla 4 se consignan los resultados del análisis químico de suelos antes y al finalizar el primer ciclo (resultados de 3 submuestras/parcela).

Como puede observarse, se registraron cambios sustanciales en las propiedades anotadas. El pH, por ejemplo, subió de 5.5 a 7.0 y 7.2 en AB y AC respectivamente, en tanto que los demás parámetros registraron aumentos importantes comparados con los niveles iniciales. Lo anterior refleja, en parte, los efectos de los materiales aportados, principalmente el causado por la gallinaza que, como se muestra en la tabla 5, posee niveles muy altos de macronutrientes y en especial de calcio. La relación Ca:Mg que al inicio de la experiencia estaba en una proporción de 17:1 (muy alta para favorecer un balance adecuado) pasó a 15:1 y a 18:1 en AB y AC, que siguen siendo desfavorables para una nutrición adecuada.

El nivel de potasio también aumentó, pasando de un contenido inicial de 0.38 meq/100 grs a niveles de 0.48 y 0.46 (muy alto). La relación Mg:K pasó de 2,3:1 a 3,2:1 (AB) y a 3,4:1 (AC) valores que están por encima de los niveles críticos de 1-1.5 anotados por Guerrero (1980) como indicadores de deficiencia de magnesio. El incremento anotado en las bases intercambiables y en especial en el calcio, generó igualmente un alza sustancial en la saturación total que alcanzó niveles cercanos al 95%, con un predominio del calcio en las posiciones de intercambio. Varios autores anotan que en estos límites de saturación se puede ver inhibida la toma de otros nutrientes, particularmente el nitrógeno y el fósforo (Guerrero 1980), situación que aparentemente no ocurrió en esta experiencia dados los altos rendimientos encontrados. Además, las parcelas mostraron cantidades finales medias a altas de nitrógeno y fósforo disponible.

2. Semestre 1993 B

a. A nivel de la producción

En la tabla 6 y en la figura 1 se presentan los resultados de la producción de frijol para el segundo semestre y en la figura 2 se comparan las producciones obtenidas en los dos semestres. Varios hechos importantes se pueden extraer del análisis de esta información.

En primer lugar y como puede deducirse de la figura 2, la producción total de las dos variedades en los dos sistemas durante la segunda siembra, bajó abruptamente hasta niveles de casi 1/3 con relación al semestre A. Aunque no se

poseen registros de la pluviosidad mensual, es probable que el exceso de precipitación al inicio del periodo vegetativo (se presentó encharcamiento temporal del suelo en algunas parcelas), alternado con un periodo de sequía al momento del llenado de las vainas, hubiera afectado la producción del lote experimental. Esta sequía temporal también afectó gran parte de la región frijolera de Villanueva - Barichara.

En segundo lugar, es de destacar, nuevamente, que el conjunto del sistema biológico aportó una producción superior (598.2 Kg/ha.) y significativamente diferente a la obtenida con el convencional (500.5 Kg/ha.). Este dato es importante porque refuerza lo registrado en la primera cosecha y porque constituye un buen argumento a favor de la reconversión de sistemas convencionales a orgánicos, que no deben pasar necesariamente por un periodo detrimental de la producción.

La diferencia encontrada de casi 100 Kg/ha. entre los dos sistemas (598.2 - 500.5 = 97.7 kg/ha) a favor del sistema biológico, no puede ser explicada individualmente ni por el factor "variedad" puesto que, como se verá más adelante, no hubo diferencias entre el Radical y el AFR 638, ni por el clima que afectó por igual a todas las plantas, ni por las prácticas fitosanitarias dirigidas a controlar la incidencia de antracnosis, porque tampoco se encontraron diferencias significativas de rendimiento entre los tratamientos que utilizan cola de caballo y fungicidas respectivamente y los tratamientos con Radical sin control. (Véase también la evaluación fitosanitaria realizada en la etapa R8 (llenado de las vainas) en la tabla 7.

Restan como hipótesis explicativas de este comportamiento diferencial entre los dos sistemas, una menor incidencia de las enfermedades roya y mustia hila-chosa detectada en el SB (que sin embargo no fué evaluada sistemáticamente), la presencia de contenidos ligeramente superiores de materia orgánica en las parcelas biológicas, la orientación de los surcos o el mismo arreglo espacial de la asociación. A falta de una explicación individual satisfactoria, es posible aceptar un efecto total, producto precisamente de la interacción de los factores que constituyen el sistema. Este "efecto debido al sistema" sería, en principio, lo que marcaría las diferencias entre los tipos de agricultura estudiados y cuyos mecanismos de acción y posibilidades de intervención constituyen el reto futuro de investigación.

Llama la atención que, en el sistema biológico, el tratamiento sin aplicación del extracto vegetal (T1), mostrara un mejor estado sanitario en comparación con el que incluyó cola de caballo (T2) (Véase tabla 7), lo cual indica la relativa ineficacia de esta última, máxime si se considera que se realizó un número elevado de aplicaciones (11). De la baja incidencia de antracnosis registrada puede deducirse que, al menos para las condiciones bajo las que se ejecutó el estudio, esta enfermedad no fué un limitante principal, tal como se presumía al inicio del segundo ciclo.

Otra consideración importante se refiere a la ausencia total de la enfermedad en las plantas de la línea promisorio AFR 638, lo que constituye un buen argumento a favor del mejoramiento genético como un soporte más en la búsqueda de una agricultura sostenible, compatible con los principios de la agroecología.

A pesar de presentar registros inferiores en la producción promedio total en relación con la variedad Radical en ambos sistemas ($X = 535.3$ Kg/ha vs. 566.7 Kg/ha y 546.3 kg del Radical sin y con control), el frijol AFR 638 presentó una mayor calidad de grano (3 - 4 % de granos desechados por partimiento, decoloración, coloración, deformación, ataque de insectos) que el Radical (15-17% de granos rechazados) lo cual implica menores inversiones en tiempo y dinero para escoger el grano, mayor producción efectiva y, en consecuencia, mejores ingresos para el productor. Al realizar por lo tanto el ajuste de la producción teniendo en cuenta el porcentaje de grano dañado, el frijol AFR 638 superó al Radical en todos los tratamientos aunque nuevamente tales diferencias no fueron estadísticamente significativas.

b. **A nivel del suelo**

Sobre las propiedades químicas. En la tabla 8 se presentan los análisis químicos de los suelos en los dos sistemas de agricultura, provenientes de 6 submuestreos, realizados al finalizar el primer año. En términos generales no se presentaron diferencias sustanciales en el suelo entre los dos sistemas de agricultura porque, si bien es cierto que se registraron algunos cambios respecto del nivel inicial, ellos se presentaron por igual en todo el terreno y en consecuencia no se le pudo atribuir al suelo responsabilidad alguna en las diferencias de producción del frijol anotadas anteriormente. La mayor parte de los valores observados para pH, materia orgánica, bases totales, porcentajes de saturación y fósforo se mantuvieron muy cerca en los dos sistemas.

Tomando como referencia los contenidos finales del primer semestre (1993 A), puede afirmarse que los mayores cambios edáficos ocurrieron a nivel del contenido de bases totales y de los porcentajes de saturación total que pasaron de 25.9 y 31.6 meq/100gr (77% y 95% de saturación) en los sistemas biológico y convencional, a 22 meq/100 gr. y casi 76% de saturación en ambos tipos de agricultura. El calcio fué el elemento que más contribuyó a esta desaturación, pasando del 77% al 61.2% en las parcelas orgánicas y del 88.3% al 62% en las convencionales, cifras que, si bien continúan siendo muy altas, revelan una pérdida importante del elemento ya sea por asimilación vegetal o por lavado y sugieren disminuciones de riesgo de salinidad. No obstante, la relación Ca:Mg sigue siendo muy elevada (15:1 en ambos sistemas).

Con respecto a los niveles iniciales, el suelo mejoró su pH (pasó de 5.5 a 6.5 en ambos sistemas), su capacidad de intercambio catiónico (de 30 a 35.5 y 36 meg/100 gr) y su status de cationes intercambiables (de 16 a 24 meg/100 gr.), manteniendo prácticamente igual los niveles de materia orgánica y fósforo. A esta altura del estudio todavía es prematuro sacar conclusiones de lo expuesto, pero parece necesario diferenciar aún más el abonamiento orgánico de la fertilización química, incluyendo tratamientos separados de gallinaza y de otros abonos orgánicos, para obtener diferencias sustanciales. Al aplicar la tabla de fertilidad de suelos desarrollada por el IGAC (1973) y citada por Cortés y Malagón (1984), se obtienen puntajes de 10 para los dos sistemas, que se interpretan como fertilidad de suelos alta.

Sobre la Erosión. En la tabla 9 se muestran los resultados de las pérdidas de suelo medidas en las parcelas de escorrentía, expresados en Kg/ha y grs/suelo/lit de agua colectada. Los datos de sedimentos transportados se refieren al peso del suelo capturado en las canecas de la parcela, expresados en términos relativos de densidad (gr/litro). Se apeló a esta unidad para discutir la información total, dada la pérdida de los registros iniciales del contenido total de agua colectada.

Como puede observarse, el sistema biológico resulta más eficiente que el método convencional para proteger al suelo contra la erosión. El promedio diario, basado en un lapso de 54 días de registro, indica que la pérdida bajo el sistema AB es de aproximadamente 4.5 Kg/ha/día y bajo el SC es de 11.3 Kg/ha./día es decir, casi 2.5 veces menos para la agricultura biológica. Ello se confirma al observar los datos de densidad relativa, que arrojan cifras de 1.71 gr de suelo/litro/día para AB y 3.52 gr/litro/día para AC (casi el doble). Los factores que explican estas diferencias son, evidentemente, la orientación de los surcos y la cobertura de residuos. Nótese, además, que la tendencia de la curva erosiva presenta una época inicial baja que se acentúa con el tiempo para descender nuevamente. Desafortunadamente no se poseen los registros de precipitación diaria que pudieron correlacionarse con la pérdida de suelo. No resulta fácilmente explicable el comportamiento de mayor erosión observado en las parcelas biológica el 12 de octubre ni el pico de 10 grs/litro (3855 Kg/ha) del sistema convencional el 22 de octubre. Sin descartar errores en la manipulación de las muestras, es evidente que se requiere aumentar el número de parcelas de escorrentía para hacer más precisos los resultados, que en este caso deben tomarse solo como una primera referencia.

Tomando los datos del análisis químico realizado en una muestra tomada de las canecas receptoras en las parcelas de escorrentía, y realizando cálculos basados en las pérdidas diarias (4.5 Kg/ha./día y 11.3 Kg/ha./día), se pueden estimar globalmente pérdidas de 83.9 Kg (AB) y 218.3 Kg (AC) de materia orgánica, 43.8 Kg(AB) y 113.1 Kg (AC) de fósforo (P), 6.2 Kg(AB) y 16.8 (AC) de calcio (Ca), 0.36 Kg (AB) y 0.95Kg (AC) de magnesio (Mg) y 0.20 Kg (AB) y 0.54 Kg (AC) de potasio (K) por hectárea y por año, cifras que, convertidas al valor económico de la restitución por fertilizantes, arrojaría pérdidas cercanas a \$79,000 en el sistema biológico y de \$200,000 en el convencional, a precios del mercado en 1994, tomando como base los precios siguientes (bultos de 50 Kg.): Cal dolomítica = \$2,300.00 y 10-30-10 = \$11,600.00.

4. Conclusiones

1. El sistema de agricultura biológica probado en este estudio mostró producciones de frijol similares y en algunos casos superiores a los encontrados bajo el sistema convencional. Las ventajas del sistema biológico se hicieron más notorias en relación con la conservación del suelo, puesto que redujo las pérdidas por erosión lo cual puede tener repercusiones económicas para los agricultores.
2. No se pudo explicar la diferencia de producción observada en el segundo semestre a favor del SB apelando a un solo factor. Se considera que un efecto combinado debido a la inter-relación de los factores de cultivo puede explicar tales comportamientos, lo que abre la puerta a nuevas hipótesis de trabajo.
3. En términos generales el factor suelo no incidió en las diferencias de producción observadas, aunque los dos sistemas si tienen un efecto diferencial sobre el suelo, principalmente a nivel de erosión.
4. La producción del frijol fue muy alta en los dos sistemas durante el semestre A pero se redujo notoriamente en el B. Una combinación de factores climáticos e incidencia de enfermedades se planteó como posible explicación a este fenómeno, aunque no se poseen los registros de precipitación anual para la zona.
5. El frijol AFR 638 demostró su resistencia a la antracnosis, enfermedad que, por otra parte, no resultó limitante para el cultivo. El éxito de esta línea promisorio muestra la importancia del mejoramiento genético como una herramienta más dentro de las estrategias de la agricultura sostenible.

6. Por su parte la cola de caballo aplicada como posible controlador de plagas y/o enfermedades no resultó eficiente, al menos para las condiciones bajo las cuales se realizó la experiencia. Igualmente la gallinaza que se utiliza en la zona debe tomarse con precaución, dados sus altos niveles de calcio que pueden inducir desequilibrios en el balance nutricional del suelo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Pbro. Ramón González, Director del SEPAS y al Dr. Abdón Cortés Lombana, Director del Centro de Investigaciones de la Universidad Jorge Tadeo Lozano por el apoyo al trabajo. Además, al Sr. Custodio Cuellar, agricultor y a los Drs. Claudio Fuentes, Pablo Martínez y Luz María Calle por su asesoría en diversos momentos del estudio.

5. Bibliografía

- ALTIERI, M.A.** Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Ed. CETAL. Valparaiso. Chile. 184 p. 1985.
- AUBERT, C.** L'agriculture biologique: pourquoi et comment la pratiquer. Ed. Le Courier du Livre. Paris. Francia. 384 p. 1977.
- CORTES, L.A. y MALAGON, D.C.** Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 360 p. 1984.
- GUERRERO, R.R.** El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. En: Silva Mójica (Ed.) Fertilidad de Suelos, Diagnóstico y Control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. pp 141-201. 1980.
- HOLDRIDGE, L.R.** Ecología basada en zonas de vida. San José. Costa Rica. IICA. 216 p. 1978.
- HOWARD, D.** Agricultural Testament. Rodale Press, Emmaus. Pennsylvania. EE.UU. 272 p. 1940.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI".** Manual del laboratorio de suelos. Ed. El Instituto. Bogotá. 1979.
- LEON, T.** Estudio general de la cuenca baja del río Curití. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Secretariado Diocesano de Acción Social (SEPAS). San Gil. 75 p. 1990.
- LOCKERETZ, W.** Economic and resource comparison of field crop production on organic farms using conventional fertilization and pest control methods in the Midwestern United States. En: Towards a Sustainable Agriculture. International Conference Sissach (Switzerland) of IFOAM. Oberwil, Suiza. pp. 157-168. 1978.

MAITRE, A.; LEON T.; ESPINOZA, J.A. y CALLE, L.M. Proyecto de Agricultura biológica. Informe de la primera evaluación por agricultores y técnicos. SEPAS. Universidad Jorge Tadeo Lozano. San Gil. 56 p. 1993.

PETTERSON, B.D. A comparison between the conventional and biodynamic farming system as indicated by yields and quality. En: Towards a Sustainable Agriculture. International Conference Sissach (Switzerland) of IFOAM. Oberwil, Suiza. pp. 157-168. 1978.

PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales. Ed. El Ateneo. 5a. ed. 499 p. 1980.

RUSCH, H.P. La fécondité du sol. Ed. le courier du Livre. Paris. Francia 315 p. 1968.

VEREIJKEN, P. Recherche sur des systèmes de production alternatifs à Nagelé (Pays Bas). Rev. Perspectives agricoles. No. 106. pp. 44-53. Bruxelles. Bélgica. 1986.

Tabla 1. DOSIS Y FECHAS DE APLICACION DE ABONOS Y FERTILIZANTES PARA LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA BIOLÓGICA (AB) Y CONVENCIONAL (AC). Primer Semestre 1993 A

| Sistema de Manejo | Material Utilizado | Dosis (Ton/ha.) | Fechas | Equivalencia (Kg/ha.) | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| Agricultura Convencional | Gallinaza ¹ | 2,150 | Abril 15 | 53.8 | 81.8 | 56.0 | 215 | 28 |
| | Triple-15 | 0.200 | Abril 15 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | | |
| Agricultura Biológica | Gallinaza ¹ | 1,077 | Mayo 14 | 26.9 | 40.9 | 28.0 | 107 | 14 |
| | Compost ² | 2,154 | Abril 15 | 54.0 | 82.0 | 56.0 | 215 | 28 |
| | Compost | 2,154 | Abril 30 | 54.0 | 82.0 | 56.0 | 215 | 28 |

¹ Composición estimada (ver Tabla 7).

² Composición estimada con base en un proporción de 66% de gallinaza (70 Kg/parcela), 17% de suelo y 16% de materia vegetal.

Tabla 2. DOSIS, FECHAS DE APLICACION Y EQUIVALENTE EN NUTRIENTES DE LOS MATERIALES INCORPORADOS COMO ABONOS O FERTILIZANTES EN LOS DOS SISTEMAS. Segundo Semestre 1993 B

| Sistema de Manejo | Material Utilizado | Dosis (Ton/ha.) | Fechas | Equivalencia (Kg/ha.) | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| Agricultura Convencional | Gallinaza | 1,500 | Sept. 3 | 37 | 57 | 39 | 150 | 20 |
| | Triple-15 | 0.135 | Sept. 23 | 20 | 46 | 24 | | |
| Agricultura Biológica | Gallinaza | 1,500 | Sept. 3 | 37 | 57 | 39 | 150 | 20 |

Tabla 3. RENDIMIENTO DEL FRIJOL AFR 638 EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA BIOLÓGICA (AB) Y CONVENCIONAL (AC). Semestre 1993 A

| Tratamiento | Producción (Kg/ha) | | Componentes del Rendimiento | | | Significación Estadística |
|-------------|--------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| | Real | Calculada | # Vainas por Planta | # de Granos por Vaina | Peso de 100 granos (gr) | |
| AB1 | 1,154 | 1,923.2 | 16.2 | 3.50 | 55.06 | a |
| AB2 | 1,108 | 1,846.6 | 21.1 | 4.11 | 56.30 | a |
| AB3 | 1,146 | 1,910.0 | 21.7 | 3.53 | 54.90 | a |
| Promedio | 1,136 | 1,893.0 | 19.6 | 3.71 | 55.42 | a |
| AC1 | 1,725 | | 16.0 | 3.48 | 51.16 | a |
| AC2 | 2,183 | | 19.7 | 3.74 | 54.26 | a |
| AC3 | 1,713 | | 19.7 | 3.82 | 49.53 | a |
| Promedio | 1,874 | | 18.5 | 3.68 | 51.65 | a |

a Sin significación estadística.

Tabla 4. PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO EN LOS DOS SISTEMAS AL FINALIZAR EL PRIMER SEMESTRE 1993A. (Promedio de tres observaciones/sistema)

| Sistema | pH | M.O. % | P ppm | Bases Intercambiables (m.eq/100gr) | | | | | | % de Saturación | | | | |
|-----------------------------|-----|-----------|----------|------------------------------------|------|-----|------|------|------|-----------------|------|-----|-----|-----|
| | | | | BT | Ca | Mg | K | Na | CIC | ST | Ca | Mg | K | Na |
| Condición inicial | 5.5 | 6.6 | 47 | 16.9 | 15.5 | 0.9 | 0.38 | 0.09 | 30.0 | 56 | 51.6 | 3.0 | 1.3 | 0.3 |
| Agricultura Biológica | 7.0 | 7.6 | 43 | 25.9 | 23.7 | 1.6 | 0.48 | 0.17 | 33.4 | 77.5 | 70.9 | 4.8 | 1.4 | 0.5 |
| Agricultura Convencional | 7.2 | 7.5 | 22 | 31.6 | 29.4 | 1.6 | 0.46 | 0.14 | 33.3 | 94.8 | 88.3 | 4.8 | 1.4 | 0.4 |

Tabla 5. PROMEDIO (%) DE NUTRIENTES EN 7 MUESTRAS DE GALLINAZA UTILIZAS EN LA REGION DURANTE 1992

| Vereda/ Municipio | NT | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | S | Fe | Zn | B |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|------------------|------|------|-----|-------|-----|----|
| | | | | | | | ppm | | |
| Salitre/ Barichara | 2.5 | 2.1 | 2.8 | 11.7 | 1.21 | | | 290 | 16 |
| Macaregua/ Villanueva | 2.5 | 2.1 | 2.4 | 9.3 | 1.21 | | | 235 | 17 |
| Choro/ Villanueva | 2.5 | 2.3 | 2.5 | 13.0 | 1.31 | | | 324 | 18 |
| San José Alto/ Barichara | 2.7 | 2.5 | 2.4 | 9.0 | 1.6 | | | 284 | 19 |
| Limoncito/ Villanueva | 2.6 | 4.8 | 2.7 | 9.7 | 1.4 | 0.8 | 3,689 | 306 | 21 |
| Limoncito/ Villanueva | 2.6 | 6.7 | 3.3 | 8.0 | 1.3 | 0.7 | 1,320 | 257 | 17 |
| Choro/ Villanueva | 2.5 | 6.0 | 2.3 | 9.4 | 1.20 | 0.7 | 1,525 | 291 | 16 |
| Promedio | 2.5 | 3.8 | 2.6 | 10.0 | 1.3 | 0.7 | 2,178 | 283 | 18 |

Fuente: Laboratorio Servicios Analíticos. CIAT. 1992.
Comunicación personal Adrian Maître.

Tabla 6.

**COMPARACION ESTADISTICA DE LOS PROMEDIOS DE PRODUCCION DE FRIJOL (Kg/ha.)
PARA LOS DIFERENTES FACTORES CONSIDERADOS**

| Factor | Promedio (Kg/ha.) |
|---------------------|-------------------|
| TRATAMIENTO | |
| Radical sin control | 566.7 a |
| Radical con control | 546.1 a |
| AFR 638 | 535.3 a |
| BLOQUE | |
| 1 | 605.4 a |
| 2 | 572.7 a |
| 3 | 554.9 a |
| 4 | 540.4 a |
| 5 | 532.0 a |
| 6 | 491.0 a |
| AGRICULTURA | |
| Convencional | 500.5 a |
| Biológica | 598.2 b |

Promedios con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Tabla 7. EVALUACION DEL GRADO DE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS EN LOS SISTEMAS AL MOMENTO DEL LLENADO DE LAS VAINAS

| Tratamiento | | Valoración por parcela | Promedio |
|-------------|---------------------|------------------------|----------|
| | AFR 638 | 1 1 1 1 1 1 | 1 |
| AC | Radical con control | 3 2 3 6 4 4 | 3.7 |
| | Radical sin control | 3 3 5 5 5 5 | 4.3 |
| | AFR 638 | 1 1 1 1 1 1 | 1 |
| AB | Radical con control | - 4 2 5 3 2 | 3.2 |
| | Radical sin control | 3 2 3 2 4 2 | 2.7 |

Fuente: Adrian Maître (CIAT) y Claudio Fuentes (ICA)

Tabla 8. ANALISIS QUIMICO DE SUELOS EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA BIOLÓGICA Y CONVENCIONAL AL FINALIZAR EL SEGUNDO CICLO 1993B. (Promedio de 6 observaciones por sistema)

| Sistema | pH | M.O. % | Bases Intercambiables (m.eq/100gr) | | | | | | % de Saturación | | | | | P ppm |
|--------------------------|-----|------------------|------------------------------------|------|------|------|-------|------|-----------------|------|-----|------|------|----------|
| | | | Ca | Mg | Na | K | Total | CIC | ST | Ca | Mg | Na | K | |
| Agricultura Biológica | 6.5 | 6.7 | 22 | 1.41 | 0.25 | 0.31 | 24 | 36.0 | 65.8 | 61.2 | 3.9 | 0.69 | 0.87 | 45 |
| Agricultura Convencional | 6.5 | 5.9 | 22 | 1.41 | 0.22 | 0.30 | 24 | 35.5 | 67.7 | 62.1 | 4.1 | 0.64 | 0.86 | 38 |
| Condición inicial | 5.5 | 6.6 ³ | 15.5 | 0.9 | 0.09 | 0.38 | 16.9 | 30.0 | 56.3 | 51.6 | 3.0 | 0.30 | 1.26 | 47 |

³ Estimado del Nitrógeno total.

Tabla 9. PERDIDAS DE SUELO MEDIDAS EN LAS PARCELAS DE LA ESCORRENTIA PARA LOS DOS SISTEMAS. SEGUNDO CICLO 1993 B

| Fecha | Erosión (Kg/ha.) | | Sedimentos Transportados (gr/litro) | |
|---------------|------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | Sist. Biológico | Sist. Convencional | Sist. Biológico | Sist. Convencional |
| Septiembre 3 | ---- | ---- | 1.33 | 2.60 |
| Septiembre 9 | ---- | ---- | 0.97 | 2.05 |
| Septiembre 18 | ---- | ---- | 0.82 | 3.08 |
| Septiembre 28 | ---- | ---- | 2.56 | 4.94 |
| Octubre 12 | 73.4 | 34.8 | 5.12 | 2.68 |
| Octubre 22 | 76.0 | 385.8 | 1.44 | 10.06 |
| Octubre 29 | 14.6 | 45.3 | 1.32 | 2.60 |
| Noviembre 15 | 75.4 | 122.5 | 1.74 | 2.83 |
| Diciembre 4 | 3.3 | 24.9 | 6.12 | 0.87 |
| Promedio | 4.49/día | 11.35/día | 1.71 | 3.52 |

Fig 1. PRODUCCION PROMEDIO/HA. EN LOS SISTEMAS BIOLOGICO Y CONVENCIONAL

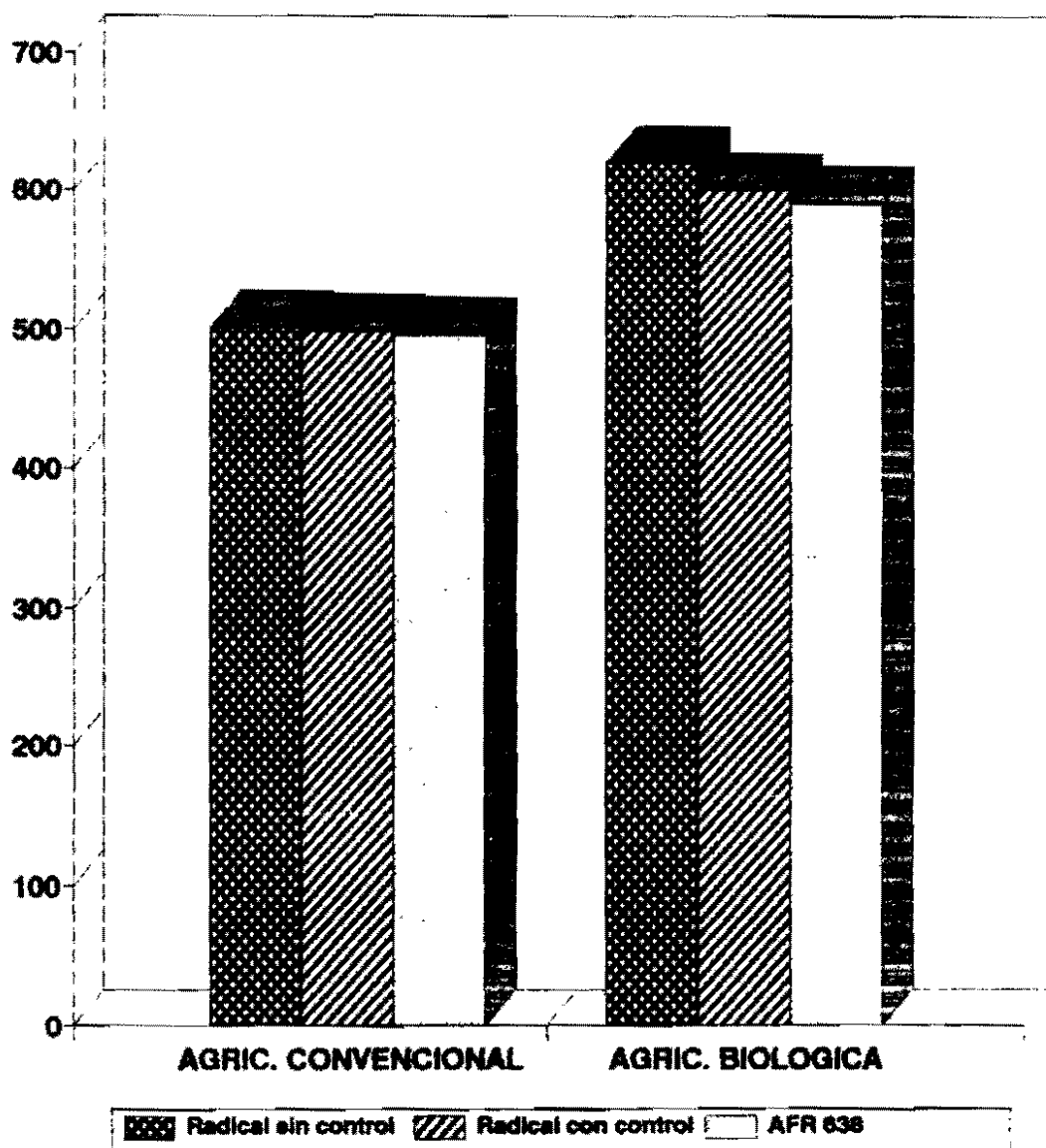
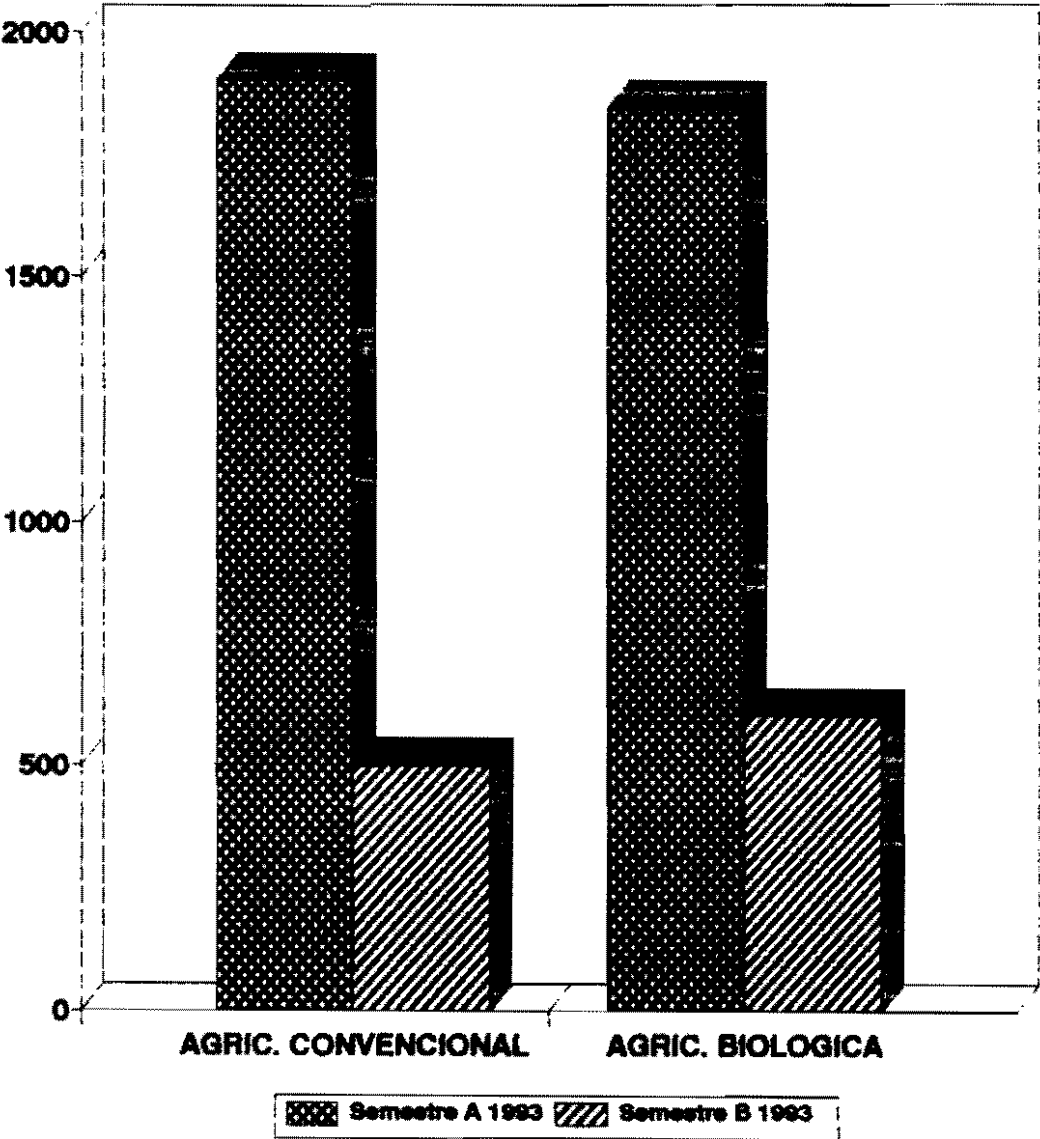


Fig 2. PRODUCCION PROMEDIO/HA. EN LOS SISTEMAS EVALUADOS DURANTE 1993



ACTIVIDADES DE REFORESTACION EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA CURITI (SANTANDER, COLOMBIA)

Jaime Barreto¹

1. Introducción

El Concepto de Cuenca y sus Componentes

Cuenca Hidrográfica es un área geográfica conformada por numerosas corrientes de agua que abastecen una quebrada o río principal.

En la cuenca existen asentamientos humanos que viven en predios, veredas y pueblos.

La cuenca es alimentada con aguas lluvias y aguas subterráneas. Estas son reguladas por la vegetación y los suelos. Así mismo la cuenca hidrográfica es la unidad de planeación territorial. Este principio de planificación vincula directamente al desarrollo con el manejo del medio ambiente, y coloca la cuenca hidrográfica como centro de las actividades socio-económicas de una región, ya que su preservación depende de que se garantice la calidad y cantidad de recursos para el sustento de las generaciones presentes y futuras.

El agua, el suelo, el subsuelo y el aire constituyen el componente físico de la microcuenca que viene sufriendo grandes alteraciones al ser arrojadas escretas y aguas servidas sin ningún tratamiento, así como agroquímicos utilizados en la producción agrícola en zonas adyacentes a la microcuenca. El polvo y el humo de las trituradoras aportan elementos que contribuyen a alterar el medio ambiente y por ende afectan directamente las plantas y a los humanos.

Los pequeños bosques nativos, los bosques artificiales de pino, la caficultura y la agricultura en general, los rastrojos y la flora y la fauna constituyen el componente biológico.

¹ Gerente de la Seccional del INDERENA. San Gil

La comunidad urbana y rural que aprovecha y transforma los recursos naturales para su beneficio y construye obras de infraestructura, de servicios, escuelas, salud, vías, etc. es lo que se denomina el componente socio-económico.

Todos estos componentes se deben tener en cuenta para elaborar el plan de manejo de la cuenca. De acuerdo a los recursos disponibles se deben iniciar los trabajos, comenzando por una pequeña microcuenca hasta cubrir la totalidad de la cuenca.

La ley establece un orden de prioridades para la utilización del agua y se encuentra reglamentada mediante el decreto 1541 de 1.984, así:

1. CONSUMO HUMANO
2. ACTIVIDADES AGROPECUARIAS
3. INDUSTRIA Y GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA
4. RECREACION

Reconociendo la existencia de asentamientos en las partes altas de una cuenca se debe reconocer que sus pobladores requieren antes que medidas conminatorias o prohibiciones sobre el uso del bosque y el suelo, más bien del apoyo de los habitantes de las partes bajas o medias o de los centros urbanos donde realizan los altos consumos de agua, muchas veces sin asumir los costos que implica la renovabilidad del recurso hídrico. Susceptible de conservarse y aumentarse en la medida que aunemos recursos para capacitar y apoyar a los campesinos que protegen el agua en las partes altas, es decir, debemos estimular a aquellos protectores de los nacimientos de agua en las partes altas. "LOS NACIMIENTOS DE AGUA SON NACIMIENTOS DE VIDA. CONSERVAR FUENTES DE AGUA ES CONSERVAR FUENTES DE VIDA".

El Uso de la Microcuenca de la Quebrada de Curití

La Microcuenca de la Quebrada Curití, tiene una extensión de 12.107 Km². La Quebrada Curití es la principal corriente hídrica de la microcuenca, nace en los 2.200 m.s.n.m. y entrega sus aguas al Río Fonce, hacia los 1.100 metros. Este último desemboca en el Río Suárez.

Su principal afluente es la Quebrada Cuchicute, que le entrega sus aguas sobre los 1.400 metros en el sitio El Chircal. Existen afluentes en la parte alta como las Quebradas, El Boquerón, El Cajón, Tapias, La Presa, El Bosque, Pescadero, Peña Negra y Canterana, y en la parte baja la Quebrada Cuchicute, Aguamarilla, La Lajita y Paloblanco.

La Quebrada tiene una longitud de 20 kilómetros desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Fonce. La estructura hidrográfica o de drenaje de la microcuenca está formada por cañadas y quebradas, de escasa vegetación protectora, razón por la cual ha perdido su capacidad almacenadora de agua.

En la parte alta del municipio existen medianas propiedades utilizadas en explotaciones extensivas de vacunos. En los dos últimos años se viene incrementando el establecimiento de instalaciones avícolas de gran tamaño. Igualmente se ha incrementado la explotación agrícola, como consecuencia del fraccionamiento de los predios y por el establecimiento de nuevos propietarios. Desde hace más de 40 años los bosques nativos de roble, guãmo, caucho, desaparecieron por la costumbre existente entre los propietarios de quemar como un medio de limpiar las praderas ó potreros a bajo costo, y solamente quedan pequeños reductos de bosques en las hoyadas de las corrientes de agua.

Las tareas que implica la recuperación de los suelos en esta microcuenca exigen grandes esfuerzos, tanto en tiempo, en recursos técnicos, en recursos económicos, como en recursos humanos y siempre contando con la participación de la comunidad. Este último es vital y está relacionando con el componente socio-económico de la cuenca. La experiencia nos dice que cualquier proyecto de desarrollo y manejo integral de una cuenca, subcuenca o microcuenca está condenado al fracaso si no son involucrados sus habitantes. Por lo tanto debemos considerar que para lograr resultados efectivos se requiere un equipo interdisciplinario e interinstitucional que involucre a los agentes de cambio presentes en el municipio (Consejo, Alcalde, Umata, Servicio de Salud, Servicio de Educación etc.).

2. Prácticas de Reforestación

Reforestación Protectora con Especies Nativas

La División de Cuencas Hidrográficas del INDERENA, ha establecido algunos criterios para la selección de especies nativas como protectoras de la cuenca, así:

- Capacidad de algunas especies de formar asociaciones casi homogéneas, ya que con ellas se facilita un amplio grado de cobertura con un mínimo de trabajo, teniendo en cuenta que son especies invasoras.

- Recomendar aquellas especies que el mismo campesino en forma natural y a través del tiempo ha visto prosperar.
- Recomendar los medios que permiten que una plantación pueda crecer o reproducirse, sea por semilla, por estaca, o por codo, que nos ayuden a propagar las especies protectoras propias del medio en que vivimos.
- Revegetalización se hace sobre terrenos descubiertos, por lo tanto se prefieren aquellas especies que prosperan en condiciones de luminosidad.
- Las características relativas a la altura de la especie, profundidad y vigor de su sistema radicular son aspectos que deben estar ligados con los sitios en donde se piensa establecer la cobertura.
- Comportamiento de las especies y su fisiología con respecto a factores internos. En especies caducifolias ó perennifolias, se debèn escoger aquellas que conserven sus hojas durante todo el año.

Preparación del Terreno

Quando el terreno es pendiente, se hacen surcos o franjas con machete, de un metro de ancho a través de la pendiente, efectuando un planteo cada 3 ó 4 metros según la pendiente, el trazado más utilizado es el tresbolillo. Se efectúa un repique de 20 x 20 x 20 cm. en el centro del plato con barra o barretón.

Fertilización

Aunque en la zona no se utilizaba la fertilización en la reforestación de la Cuenca Curití, los contratos de reforestación de INDERENA-PRIDECU, impusieron la necesidad de tener la reforestación como un cultivo que requería de fertilización.

De acuerdo a los suelos se ha utilizado en algunos, materia orgánica (gallinaza), fertilizante químico del grado 10-30-10 (50 gramos) y principalmente Calfos (100 gramos por árbol). Cuando la fertilización se hace después de plantado el árbol, el método más utilizado es en cruz y en corona por la parte superior del árbol distribuyéndose el abono en dos o tres huecos. Al momento de la siembra se aplica el fertilizante debajo del árbol antes de plantarlo, y se deja tierra entre el abono y la planta. Otra forma es la de hacer un hueco al lado del

árbol de 10 centímetros de profundidad y a 20 cms. del árbol depositando el fertilizante y tapando con tierra.

Podas

La poda de las ramas inferiores de los árboles tienen varias funciones entre las cuales están:

- Mejorar la forma de los árboles bifurcados.
- Cercar una brecha entre el suelo y la copa para rebajar el peligro de incendios.
- Valorizar la madera de aserrío, eliminando los nudos.
- La poda de formación a los dos años de edad, para eliminar tallos múltiples o bifurcados, dejando un solo tronco.
- Cuando el árbol tenga una altura de 6 metros se le hace una poda de los dos primeros metros.
- Poda de calidad. Solamente a los árboles que se planean cortar finalmente para aserrío, se hace poda de calidad cuando tengan de 12 a 15 metros.

En la protección de nacimientos y riberas, el proyecto viene realizando jornadas de trabajo involucrando a las comunidades y a las autoridades de los municipios beneficiarios de las fuentes hídricas, pues normalmente el área de la cuenca puede alcanzar varios municipios y todos los usuarios debemos concurrir para conocer cual es la problemática y asumir parte de la responsabilidad de la solución.

Principales Especies Protectoras

Nombre Común

Cordoncillo
Guamo Hojiancho
Quebrajacho Carbonero
Borrachero/Cacao Sabanero
Matacarete/Gusanito
Cañabrava
Chachafruto

Nombre Científico

Piper spp.
Inga Oerstediana
Calliandra pittieri
Datura Arborea
Alcalypha spp.
Arundo Donax
Erythina

Especies Forestales para Reforestar

Eucalypto Grandis
Urapan
Leucaena
Pino Pátula

Eucalyptus
Fraxinus chinensis
Leucocephala?
Pinus pátula

Eucalyptus Grandis. Crece bien en la zona Andina, entre los 1000 y 2200 mts. Es un árbol recto y de rápido crecimiento. Es la especie preferida para la reforestación en la zona tropical.

Urapan. (Fraxinus Chinensis), Especie originaria de la India. Se adapta bien a los climas fríos como el de la Sabana de Bogotá.

Leucaena. Especie nativa que crece en las zonas cálidas. Es un árbol pequeño que se adapta mejor en suelos neutrales o alcalinos y se usa para leña, varas y forraje de ganado y recuperación de suelos.

Pino Pátula. Especie originaria de México que crece bien en la zona andina, desde los 1.600 metros hasta los 3000 mts. de altitud, en los Departamentos de Norte de Santander, Antioquia, Cauca, Nariño y Boyacá. El proyecto de fomento de Recursos Naturales Renovables PRIDECU, la ha establecido en predios de comunidades campesinas de bajos recursos económicos, con vinculación directa

de la mano de obra en la reforestación con esta especie, obteniendo buenos resultados económicos y ecológicos en la protección de cuencas hidrográficas.

De las cien especies de pino que existen en el mundo, la mayoría son originarias de las Américas. Sólo México cuenta con treinta y nueve especies nativas. Los pinos se conocen por su capacidad de adaptarse y crecer en suelos marginales y erodados donde no crece otra vegetación arbórea. Se utilizan para recuperar tales suelos y para proteger cuencas hidrográficas, debido a la capa de materia orgánica que se forma por debajo de los árboles. La mayoría de las especies crecen bien en suelos ácidos (ph 4, 5 a 6.0).

3. Resultados

Ejemplos de protección de cuencas, se pueden observar en la parte alta de la Provincia de Garcia Rovira, en el páramo del Almorzadero con la comunidad de Crucesitas, en el municipio del Cerrito donde se aumentaron los caudales de agua. Similar situación se presenta en la comunidad de Negavita en el municipio de Pamplona donde actualmente tienen producción de trucha Arco Iris.

El Pino al formar con la acícula o hoja colchones sirve para retener el agua y se observa además la existencia debajo de las hojas de los pinos de microorganismos que contribuyen a la formación del suelo.

Aún en Santander, no se ha realizado aprovechamientos forestales pero creemos que el comportamiento de los suelos sea similar a Antioquia y Cauca, donde plantaron en las áreas aprovechadas de Pino Pátula. Se establecieron cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*), con rendimiento de 900 kg/ha en el primer año (Escobar 1990). Existen otras especies forestales que hemos utilizado como es el Cordea alliodora (Nogal Cafetero) con buena adaptación en condiciones de suelo húmedo y como sombra de café. También se tienen parcelas con guayacán rosado con buena adaptación.

A través de convenios interinstitucionales, el INDERENA transfirió recursos económicos a los municipios para motivar a las administraciones municipales sobre la importancia de crear el fondo de microcuencas y canalizar en este fondo los recursos del presupuesto municipal del 1% y parte de recursos IVA, exclusivamente para trabajos de recursos naturales en la Cuenca. Con estos recursos se efectuó:

- Encerramiento de aljibes y riberas
- Revegetalización.
- Montaje de estufas eficientes.
- Montaje de unidades sanitarias.
- Establecimiento de bosques de leña.
- Parcelas agroforestales.
- Biodigestores.

Con el proyecto PRIDECU, el INDERENA, estableció CONTRATOS de Reforestación con las O.N.G. (Organizaciones no Gubernamentales) como las precooperativas, Cooperativas, Cabildos Verdes, SEPAS, Junta Administradora de Acueductos, Juntas de Acción Comunal y otras. El INDERENA aportó dinero para la reforestación aproximadamente en un 70% del costo real de la reforestación, los usuarios aportan a la reforestación el terreno, la mano de obra y la vigilancia.

Con la modalidad PRIDECU y Protección de Microcuencas hemos plantado en la Cuenca de la Quebrada Curití, aproximadamente unos 230,000 árboles, en la Provincia Guanentina y Comunera 890.000 árboles y en el Departamento 2'500,000 árboles. Durante cinco años el INDERENA, sigue aportando a la comunidad, recursos para que ésta efectúe el mantenimiento.

La devolución de los aportes se realiza si hay explotación del bosque, es decir, si el bosque es protector-productor. Cuando es bosque solamente protector, no habrá devolución de aportes.

Puede considerarse que el éxito de las plantaciones forestales de PRIDECU, obedece a que en primer lugar, desde el comienzo el reforestador entiende que la reforestación es de su propiedad y no de la institución. Este hecho hace que él se preocupe por mantener vivo el árbol, dado que esto le genera ingresos adicionales a su labor agrícola o pecuaria.

El usuario reforestador se encarga de revisar la plantación, hacer el plateo con azadón durante los dos primeros años cada seis meses, hacer el control fitosanitario y barreras corta fuegos.

Otra estrategia de formación, fue la realización de Foros Ecológicos, efectuados en municipios como San Gil, Socorro, Villanueva, Aratoca y Charalá, todos evocando la conservación de las principales fuentes de agua y en especial los ríos que corren por la región. A la par se llevaron a cabo giras a las principales fuentes de agua, mostrando la contaminación y la tala de bosques. Una de estas giras se realizó hasta el nacimiento de la quebrada Curití.

En el transcurso de este proceso de formación para la reforestación, se trabajó con la campaña de "**adopte un árbol**" con los niños, jóvenes, adultos impulsados desde las parroquias, las asociaciones campesinas y sindicatos agrarios, donde se invitaba a las comunidades a sembrar árboles en los alrededores de las fuentes de agua, siempre con la colaboración de las autoridades municipales y de las parroquias.

En el año 1990 el SEPAS instaló un vivero agroforestal en la "*Granja Peña Flor*", cerca al municipio de San Gil con la finalidad de responder a la necesidad de suministrar el material forestal necesario para los programas de reforestación. El vivero se estableció gracias a la colaboración adicional de entidades como la FES y la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Se establecieron convenios de reforestación con el INDERENA, en el año 1990, mediante el cual se acordó la siembra de 420.000 árboles en las provincias Guantánamo y Comuna, en el período 1990-1993. Este proyecto llegó a su fin en el año 1993, cumpliéndose un 95% de la meta establecida, beneficiando a cinco municipios de la región.

Con la experiencia adquirida, SEPAS entró en 1992 a asesorar estudios de factibilidad en cuanto a reforestación con varios municipios y parroquias. Es así como se hicieron los estudios de microcuencas en los municipios de Simacota y de la quebrada "La Codicia" del municipio de Confines. En este municipio se realizó la siembra de árboles maderables nativos y agroforestales para su conservación. El área estudiada abarca más de 50 hectáreas a reforestar y se encuentra dentro de un programa de parcelación que se está asesorando más integralmente.

Se viene colaborando además en la elaboración y realización de seminarios-talleres como fué el caso de Susacón (Boyacá), donde se realizó un intercambio de experiencias en el manejo de cuencas hidrográficas.

También se está colaborando con otros planes de reforestación de parcelaciones que existen en la región, con la parcelación "Vega Limón" del municipio de Confines y la "Caguanoque" en el municipio del Páramo.

En 1992, se estableció un convenio con la Federación de Cafeteros para la ejecución de la reforestación de la parte alta de la quebrada Curití cerca a San Gil y la quebrada La Honda en los municipios de Curití y Socorro. Este proyecto inicia su desarrollo con la elaboración de un diagnóstico, buscando invertir en obras de descontaminación y reforestación.

En 1993, se destacó la participación de la Junta de Acción Comunal de Palmira, que está integrada por 80 personas de las veredas de Palmira, Irapire y Yanonabas del municipio de Curití, todas con un sólo objetivo, el de recuperar el agua para el consumo humano, fincas y animales que día a día se va desapareciendo por la escasa protección que existe en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Curití.

2. Revisión de Literatura

Cuenca Hidrográfica

El código de los Recursos Naturales define la cuenca como una hoya hidrográfica o área física-geográfica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red hidrográfica natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar (INDERENA 1986).

La cuenca es además, un tejido dinámico y complejo de interacción de toda índole: Ecológicas, sociales, políticas, económicas etc. Un modelo vivo del mundo que tiene como columna vertebral un cuerpo de agua (SEMINARIO INTERNACIONAL 1992).

Reforestación

La reforestación es una actividad muy completa, que no se puede reducir únicamente a hacer un hoyo y plantar un árbol. Cuando se habla de reforestación, se entiende una serie de etapas profesionales que empiezan con la evaluación de las características biofísicas de la finca y los objetivos del propietario para luego determinar los usos potenciales del terreno. Además, la reforestación implica el diseño exacto del sistema de plantación, la preparación del terreno y la plantación cuidadosa de las plántulas forestales. Siempre se deben buscar las especies que vayan a satisfacer los requerimientos del propietario y que se adapten a los sitios particulares de la finca con buen crecimiento y alta calidad (CORPORACION 1989).

4. Recomendaciones

1. En toda la cuenca hidrográfica, se pueden crear Bosques Artificiales, financiando a largo plazo la Redorestación-Protectora-Productora, tipo PRIDECU, hecho por el INDERENA con especies de altos rendimientos en las áreas deterioradas.
2. Se pueden seguir utilizando, en las áreas adyacentes a las fuentes hídricas para los programas de reforestación protectora, especies nativas conocidas por los habitantes de la zona y con fines netamente protectores.
3. Las especies exóticas se utilizarán en aquellos suelos degradados y donde las nativas tienen poca o ninguna posibilidad de desarrollarse.
4. Acuasan, el Acueducto de Curití, Energía Eléctrica de Santander, podrán invertir recursos económicos en programas de reforestación, vinculando directamente a los propietarios, mediante convenios asociativos compartiendo parte de inversión sin necesidad de comprar los predios.
5. Dar apoyo financiero a las O.N.G. y Cabildos Verdes existentes en la zona, para que asuman el liderazgo en la defensa de los recursos naturales renovables y ejecuten los programas de protección Ambiental.
6. Elaborar un plan de ordenamiento de la cuenca y establecer el tipo de uso del suelo, tipo de cultivos y en base a esta planeación, orientar las políticas de crédito, entendiéndose que esta estrategia debe estar incluida en el plan de Desarrollo Municipal de Curití.
7. En lo posible debe controlarse el establecimiento de asentamientos humanos en la parte alta de la microcuenca.

5. Bibliografía

ESCOBAR, M. Dinámica del Nitrógeno del Suelo en Cultivo en Callejones de poró (Erythrina poeppigiana) y madero negro (Gliricidia sepium) con fríjol común (*Phaseolus vulgaris*). Turrialba. 1990.

INFORME DE ACTIVIDADES INDERERA 1992. Servicio Nacional de Protección Ambiental. Bogotá.

ORDER LTDA. INDERENA. Plan de Manejo de la Microcuenca de las Quebradas de Curití - Cuchicute. Bogotá. 1993.

INDERENA. El Componente Ambiental en el Plan de Desarrollo Municipal. División de Cuencas Hidrográficas. Bogotá. 1990.

INDERENA. El Suelo la Piel de la Tierra. Bogotá. 1985.

REFORESTACION COMUNITARIA

Lilian Astrith Chaparro¹

Resumen

El trabajo efectuado por el SECRETARIADO DIOCESANO DE PASTORAL SOCIAL (SEPAS) en San Gil, Santander, tuvo como finalidad la recuperación de la microcuenca Quebrada Curití con la ayuda de la Junta de Acción Comunal de la vereda Palmira conformada por 70 personas motivadas por su líder. El procedimiento llevado a cabo para la organización comunitaria fue secuencial a partir de la elaboración de un diagnóstico, toma de conciencia de la comunidad, programa de formación, producción de material vegetativo en viveros y seguimiento continuo de la reforestación. La reforestación se efectúa con especies nativas concertadas mediante los conceptos técnico y campesino. El ejemplo de unión, esfuerzo y optimismo para realizar la reforestación comunitaria por la Junta de Acción Comunal de Palmira (Curití), muestra resultados cualitativos como la continuidad del proceso de reforestación y en forma cuantitativa la siembra de 20.000 árboles durante el año de 1993, resultado que se considera satisfactorio, tanto para el medio ambiente, como para la comunidad en general e instituciones.

¹ Ingeniero Forestal. SEPAS. Unidad de Agroecología.

1. Introducción

En forma progresiva fuimos descubriendo que en realidad el mundo de hoy atraviesa por la más grave situación de deterioro ambiental; las pocas manchas boscosas no son suficientes para absorber todos los elementos tóxicos que son arrojados al aire y eso nos afecta también a nosotros. El Amazonas, pulmón del mundo, es un ejemplo claro de esta situación, siendo azotado por el creciente avance de la civilización que tala y abre fronteras siempre con el imperante afán de buscar beneficios económicos. Colombia y en especial las provincias del sur de Santander no escapan de estos problemas. La tala, las quemadas, la ganadería extensiva, los cultivos y otras formas de explotación, traen consecuencias graves a la naturaleza y en especial al hombre.

Al lado de la pérdida de los bosques surge el problema del agua. La labor de los árboles es la de mantener un flujo constante de este líquido, haciendo las veces de una esponja.

Las microcuencas que aportan el agua para la mayoría de los municipios de la provincia Guanentina y Comunera están desbastadas y muchas de las quebradas han disminuído su caudal; un ejemplo claro es la quebrada La Laja, principal fuente de agua para la represa de EL COMUN (localizada en el municipio de Villanueva), que en consecuencia de la sobrepoblación de su cabecera y la tala de bosques, tiene pérdidas de su caudal; ésta no es sólo la situación que vive esta zona, es el común denominador de las provincias del Sur de Santander.

Actualmente estos problemas ecológicos, están siendo considerados por la comunidad y en especial por las autoridades Gubernamentales y municipales; la toma de conciencia sobre esta situación es parte de la labor desarrollada por el SEPAS. Tratamos siempre de comprometernos con las comunidades en la búsqueda de soluciones al problema que nosotros mismos hemos ayudado a crear.

El proceso de reforestación se puso en marcha con la difusión de programas radiales, publicitando las especies forestales que mejor aceptación tienen por parte de los campesinos, la protección de fuentes de agua, y el manejo racional de los recursos naturales. Este trabajo se realizó gracias a la colaboración de la Unidad de Comunicación de SEPAS.

El éxito de la reforestación depende de la selección de especies y de las plantas que se adapten a la región. Además, las plantas que se emplean deben ser vigorosas y tener un sistema radicular bien desarrollado. Por lo tanto, los arbolitos que estén torcidos y cuyas raíces presenten problemas, se eliminan (Henaó 1988).

Ventajas de la reforestación

- Los árboles brindan protección a nuestras quebradas, nacimientos de agua, ríos y el medio natural.
- Nos dan productos como: leña, cercas, herramientas, muebles y otros.
- El conjunto de árboles forma vivienda para diferentes animales silvestres.
- Las raíces retienen la tierra de las orillas de los ríos y quebradas impidiendo que sean arrasadas.
- Los árboles forman barreras y cercas vivas que protegen cultivos y ayudan a dividir las fincas.
- Ayudan a evitar la erosión de los suelos (Henaó 1982).

Desventajas de la reforestación

- Los costos iniciales son frecuentemente altos.
- La posibilidad de pérdidas por muerte de árboles en la primera etapa de reforestación.
- Pérdida de material producido durante el transporte al sitio definitivo de la siembra (Henaó 1988).

3. Materiales y Métodos

Localización

La zona de influencia de la Microcuenca Curití, objeto de recuperación, se encuentra ubicada en los municipios de San Gil y Curití.

La reforestación comunitaria se efectúa en la Quebrada El Cajón a los 2.000 m.s.n.m. en la vereda Irapire de Curití. El Cajón es uno de los principales afluentes de la Microcuenca de la Curití.

Métodos

Para llevar a cabo la reforestación comunitaria se cumplieron las siguientes fases:

Fase I

1. Obtención y análisis de la información general existente con el objeto de reconocer la zona de influencia de la Quebrada Curití. (Los estudios del Plan de Manejo de las Quebradas Curití-Cuchicute de Order Ltda de 1993 e INDERENA y Estudio Agrológico de la parte baja de la Microcuenca Curití).
2. Reconocimiento de la cartografía del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) sobre la Microcuenca Quebrada Curití a escala 1:25.000.

Fase II

1. Recorrido de los 121.07 Km² de influencia de la Microcuenca Quebrada Curití, con el objeto de reconocer sus afluentes y su estado actual.
2. Elaboración y ejecución de encuestas a la comunidad habitante.

Fase III

El reporte dado por el diagnóstico, enfatiza la necesidad de desarrollar un plan educativo sobre el manejo racional de los recursos naturales.

En 1993, se empieza la ejecución del programa educativo. Allí surge la iniciativa del Presidente de la Junta de Acción Comunal de Palmira de la vereda Irapire de Curití de iniciar la reforestación con la comunidad de esa zona.

Para ello se llevan a cabo talleres participativos teórico-prácticos durante un día a la semana, en la Granja Peña Flor del SEPAS, ubicada en la zona de influencia de la Microcuenca.

Las ayudas emprendidas en el programa de Reforestación Comunitaria encierran jornadas de trabajo para:

- Recolección de semillas.
- Trabajos de preparación de tierra, llenado de bolsas y siembra de semillas en los germinadores del vivero.
- La selección de semillas se da desde la recolección, a su vez éstas se someten a pequeños tratamientos pregerminativos para acelerar su propagación.
- Las especies utilizadas para el programa se definieron de común acuerdo con la comunidad y los conceptos técnicos, siempre con la claridad de sembrar árboles apropiados para protección y conservación de cuencas.

FASE IV

Cumplida la etapa de crecimiento del material vegetativo en el vivero, éste es llevado al sitio escogido para la siembra definitiva en inmediaciones de la quebrada El Cajón.

Las siembras se realizan en forma comunitaria con las labores de trazados, ahoyado, fertilización, planteo y siembra; aplicando las correspondientes recomendaciones técnicas.

4. Resultados

Los resultados del programa de reforestación comunitaria surgen a partir de la claridad y compatibilidad de conceptos técnicos y de la comunidad así:

Conceptos de la Comunidad

1. Buscan sembrar las especies apropiadas para conservar el agua; descartando la siembra de pinos, con la sustentación de ser consumidores de agua.

2. Los viveros que existen en la zona no producen las especies nativas que se dan en la microcuenca como: roble, balsa, cordoncillo, gaque, cucharo, bolo y otros.

Conceptos Técnicos

1. En la conservación de cuencas hidrográficas, la protección adecuada se dá con árboles nativos, justificados por el siguiente análisis:

| Bosque de Coníferas | Bosque de Latifoliadas |
|---|---|
| . Son especies exóticas que se deben adaptar y requieren de una evaluación técnica. | . Lo conforman especies nativas de la zona, no requieren de adaptabilidad. |
| . No permite que se desarrolle soto-bosque. | . Desarrolla estratos de tipo arboreo, arbustivo, herbáceo y museinal. |
| . Árboles rectos, copas relativamente pequeñas. | . Árboles rectos, bifurcados y de copas anchas, medianas y pequeñas. |
| . Sus acículas demoran años para descomponerse y ser aprovechadas como abono del suelo. | . Sus hojas son aprovechadas en forma inmediata por sus raíces como alimento. |
| . Se conoce sus silvicas (Ecología Forestal) | . La mayoría de las especies no se han investigado. |
| . Densidad relativamente alta y mortalidad baja | . Tasa de crecimiento normal o buena. |

2. El área de influencia de la Microcuenca en la Quebrada El Cajón se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo premontano (bh-PM); que requiere la siembra de árboles como: roble (Quercus humboldtii), bolo (Cedrela odorata), cedro (Cedrela sp.), guamo macheto, aliso (Alnus jorullensis), gaque (Clusia sp.), Nectandra sp., cordoncillo (Piper sp.) y otras de estrato bajo.

3. La comunidad se preguntaba cómo contar con esas especies, si establecer un vivero implicaría pago de arriendo, encargado del mismo y mantenimiento.

4. Existe la voluntad de trabajar en forma organizada para producir y sembrar en el sitio definitivo los árboles benéficos para conservar el agua.

5. La comunidad exige que los trabajos se efectúen el lunes, otro día implicaría la interrupción de la semana de trabajo en sus fincas.

6. El grupo de trabajo tiene claridad sobre el tiempo exacto de siembra de los árboles en la microcuenca (época de invierno)

7. El líder de la comunidad es el presidente de la Junta de Acción Comunal.

3. La zona posee algunas manchas boscosas que proporcionan la semilla deseada para su propagación; SEPAS facilita sus instalaciones sin costo, presta la asesoría técnicas, insumos y supervisión del material.

4. El apoyo económico e integrado entre SEPAS, el municipio de Curití y la comunidad, se logra mediante un proceso de disciplina constancia hacia el programa de reforestación.

5. La definición de un día exacto de trabajo facilita la planificación de labores en el vivero y del apoyo técnico.

6. La producción del material vegetativo se da en época de verano para que sea llevado en tiempo de invierno al sitio de siembra (abril-mayo) y (octubre-noviembre).

7. La definición de la persona de líder, facilita la comunicación de SEPAS y la comunidad, para realizar trabajos extras fuera del día lunes.

Resultados Cualitativos

- Continuidad de los procesos de reforestación por parte de la comunidad.
- Participación constante con recursos económicos del municipio de Curití y de SEPAS.
- Fortalecimiento de las organizaciones de reforestadores y amigos de la naturaleza.
- Aumento de la masa boscosa.
- Retención del recurso hídrico en el suelo.
- Reintegro de la fauna silvestre.
- Toma de conciencia en el establecimiento y conservación de los bosques.

Resultados Cuantitativos

- La reforestación ejecutada en la parte alta de la quebrada Curití con la siembra de 20.000 árboles incluye todo el esfuerzo del año 1993 por la comunidad de Palmira.
- El total de los seminarios talleres fueron 18 durante el primero y segundo semestre del año, en las veredas de Cuchicute, Común, Palmar, Cantera, Irapire, San Carlos, Peña Flor, Palo Blanco Alto y Bajo, correspondientes a los municipios de San Gil y Curití. La participación de la comunidad fluctuó entre 50 a 70 personas por taller. Los temas desarrollados en los seminarios fueron motivaciones para la sensibilización y organización de las comunidades; saneamiento básico; reforestación y otros temas de importancia sugeridos por los habitantes.
- Además se realizó una gira ecológica con las comunidades del Socorro hacia las experiencias de trabajos de reforestación de la comunidad de Curití.

5. Conclusión

La concientización de la población sobre el problema actual que acarrea el mal uso de los recursos naturales, hacen pensar en soluciones inmediatas y fue así como SEPAS empezó a trabajar en programas de recuperación de microcuencas.

De la organización comunitaria depende el éxito o el fracaso en la realización de esta clase de proyectos, y de la forma como se les trate harán o no posible realidad la ejecución del trabajo.

El programa de capacitación llevado a los habitantes de las microcuencas, fue de gran aceptación y de fácil asimilación, indicando que su aplicabilidad puede ser dada a otras comunidades.

6. Recomendación

Para optimizar los resultados en programas de reforestación comunitaria, los usuarios deben involucrarse desde el proceso de recolección de semillas, producción de material en el vivero y la siembra definitiva. De esta manera aprenden a valorar la importancia que tiene un árbol durante su desarrollo y aseguran su supervivencia en el terreno, no sólo como un beneficio para ellos sino el resultado de los esfuerzos comunitarios y del reto de superación.

La socialización de los conceptos técnicos, se deben dar en forma secuencial, teniendo en cuenta el avance dado por la comunidad. Además, ellos solicitan que se muestren resultados de las comparaciones efectuadas durante el proceso.

La utilización de especies nativas ayuda a la formación de soto-bosque, manejándolas en el terreno con un espaciamiento regular y suficientemente denso a tres bolillos si la zona presenta pendientes fuertes.

7. Bibliografía

Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Guía de reforestación. Bucaramanga. 1989.

CHAPARRO, Lilian Astrith. Cartilla "Nuestro Vivero Veredal". Málaga. 1990.

CHAPARRO, Lilian Astrith. Metodología y posibilidades técnicas para establecer una red de viveros veredales en el municipio de Málaga. 1990.

COOPGUANENTA. Plan Integral de Desarrollo. Municipio de Curití. 1992.

HENAO S. Jesús E. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomás. Santafé de Bogotá. 1988.

INDERENA. Manual de recursos Naturales renovables para Alcaldes, Corregidores e inspectores de policía. Santafé de Bogotá. 1986.

INDERENA Y ORDER, Ltda. Plan de manejo de la microcuenca de las quebradas Curití-Cuchicute. Santafé de Bogotá. 1993.

LEON S, Tomás E. Estudio general de la cuenca baja de la quebrada Curití (departamento de Santander). Santafé de Bogotá. 1990.

SEMINARIO INTERNACIONAL. Enfoque político económico y cultural en el manejo de cuencas hidrográficas. Cali. 1992.

**UN CASO DE GENERACION ESPONTANEA DE MEDIDAS PARA EL
CONTROL DE EROSION: LAS ZANJAS DE DESVIACION EN LA
ZONA FRIJOLERA DE SAN GIL¹**

Adrian Maître²
Pablo Martínez³

Resumen

En la zona frijolera de San Gil, Barichara y Villanueva se observa la presencia de canales o zanjas de desviación en los campos de frijol y otros cultivos. La finalidad de la práctica espontánea de los agricultores es la de manejar las aguas de escorrentía y contribuir de esta manera al control de la erosión. Si bien esta práctica está contemplada en manuales de conservación de suelos, los técnicos de la zona no la han incluido en el inventario de medidas recomendadas por ellos. En este trabajo se describe primero dos casos típicos de sistemas con zanjas para luego compararlos con el sistema técnicamente recomendado. Se concluye que la práctica de los agricultores difiere en algunos parámetros importantes de los sistemas diseñados en los manuales de conservación de suelos. Los sistemas implementados por los agricultores, además no están exentos de problemas, presentándose procesos erosivos tanto en las zanjas como fuera de ellas. No obstante, el 69% de los agricultores entrevistados considera que las zanjas son la única medida de control de erosión o la más eficiente. Las razones por las cuales los agricultores hacen zanjas son: Evitar el arrastre de tierra (77%), evitar la pérdida de plantas (50%), evitar la pérdida de semillas (36%), de gallinaza (25%) y de abono químico (23%). Además se menciona la función de drenaje (27%) en los casos de terrenos con poca pendiente. Los agricultores consideran como particularmente preocupante la pérdida de fertilidad ("fuerza") de los suelos debido a repetidos arrastres de tierra. Un 65% considera que el suelo sedimentado a través de las partículas transportadas en las zanjas es de buena fertilidad e incluso más fértil que el suelo del

¹ Queremos agradecer su valioso apoyo en la fase de obtención de datos a nivel de campo a Edgar Rodríguez y Luis María Barragán (SEPAS). Igualmente reconocemos la colaboración de los señores Gilberto Ruiz, Ramiro Duarte, Toño Gómez, José Galvis y los demás agricultores de Villanueva y Barichara a quienes hemos visitado.

² Antropólogo. Programa de Frijol. CIAT. San Gil.

³ Ingeniero Agrícola. Facultad de Ingeniería Agrícola. Fundación Universitaria Cooperativa. San Gil.

terreno al cual pertenecen las zanjas. Todo lo anterior parece indicar que los agricultores están conscientes del problema de erosión en un mayor grado de lo que comúnmente se asume. En vista de que ellos utilizan tan frecuentemente la práctica de las zanjas de desviación se recomienda incluirla en el inventario de las medidas antierosivas recomendadas e iniciar trabajos a nivel técnico para mejorar los sistemas locales de zanjas.

1. Introducción

La erosión ha sido identificada en muchos estudios como un problema serio para los suelos de la zona andina en Colombia, a la cual pertenece la región de San Gil. Montenegro y Olmos (1988) estimaron que la erosión muy severa y severa afecta unas 3'238.000 has. en la zona andina, mientras la erosión moderada se observa en unas 9'279.000 has. de la misma zona.

Para el caso de la zona frijolera de San Gil, Villanueva y Barichara no se cuenta con información precisa sobre la magnitud del problema en cuanto a pérdidas anuales de suelo por ha. se refiere⁴. Sin embargo, algunos estudios de suelo y uso de suelo realizados en la parte del sur del Departamento de Santander indican la presencia de procesos erosivos ocasionados por un uso no adecuado del suelo como afirman estas fuentes. Finalmente, los observadores casuales o permanentes de la zona frijolera de San Gil y alrededores coinciden en que existe un problema de manejo de suelo y que es urgente tomar medidas.

Al igual de que no se cuenta con una información adecuada sobre el problema, tampoco hay un programa especializado en la conservación de suelo para la zona. Existen más bien recomendaciones aisladas emitidas por varias entidades de apoyo al campo, las cuales se refieren principalmente a la siembra atravesada, la (re)forestación y el establecimiento de barreras vivas. Igualmente se viene manifestando una cierta preocupación por la acción de los tractores, los cuales suelen arar en favor de la pendiente únicamente. Desafortunadamente estas recomendaciones todavía no han surtido un gran efecto en la zona y por lo tanto se sigue lamentando el problema de la erosión, el cual en opinión de algunos representa un serio peligro para la zona frijolera a mediano plazo.

⁴ Se trata de suelos con poco contenido de materia orgánica ($X = 2.7\%$, $SD = 1.5\%$). En cuanto a textura predomina franco-arcillo-arenoso (51%), le sigue arcilloso (25%) y otras (franco-arcilloso, franco-arenoso, arcillo-arenoso). Base de datos: 53 análisis de suelo efectuados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Santander (hoy: Secretaría de Fomento Agropecuario) y el CIAT en los años 1992 y 1993.

En medio de toda esta situación se puede observar en los terrenos bajo frijol (y también en terrenos bajo otros cultivos) la presencia de canales o zanjas de desviación hechos por los mismos agricultores en forma espontánea. La finalidad de estas zanjás es al parecer contribuir a manejar el flujo de aguas de escorrentía y controlar la erosión. Esta práctica de zanjás todavía no ha sido analizada debidamente. El presente trabajo pretende dar un primer paso en el estudio y para el futuro mejoramiento de esta práctica desarrollada por los agricultores.

2. Revisión de Literatura

Irusta y Fortul (1961) en sus "Estudios de Suelos de Santander - Zona Tabacalera" calcularon para el "sector II" (San Gil y Socorro) un 44.1% (26,156 has) de los suelos con "erosión moderada" y otros 30.6% (18,140 has.) con "erosión fuerte". En un mapa elaborado por los mismos autores en los años 1956-1957 se considera para la zona de Barichara, Villanueva y San Gil comúnmente llamada "tierra fría" que la mayor parte de sus suelos es afectada por procesos de "erosión severa". Esta zona es hoy en día tanto frijolera como tabacalera.

INDERENA-INGEOMA (1992) realizaron un estudio sobre áreas con conflicto en el uso de suelo en la cuenca del río Fonce. El resultado general de este estudio es que sí existe en un 40% del área un conflicto de uso, principalmente por sobreuso, en menor grado por subutilización. Este estudio no analiza en detalle la extensión e intensidad de los procesos erosivos⁵ pero asume en forma implícita que las áreas bajo conflicto están sujetas a ellos. Al explicar los potenciales y las limitaciones de cada una de las clases agrológicas encontradas en el área bajo estudio, los autores manifiestan: **"Dado el hábito de los habitantes de la región se pueden encontrar cultivos en condiciones antitécnicas y antieconómicas que les sirven para obtener el sustento con gran dificultad. Vale anotar que las explotaciones agropecuarias degradan los suelos y que cada día los habitantes de estas tierras talan mas vegetación natural, propiciando la erosión, debilitando el normal comportamiento de las cuencas hidrográficas y aumentando la miseria."** (p. 14). El estudio recomienda incrementar los esfuerzos de reforestación para una mayor protección de las cuencas hidrográficas. Al respecto de los habitantes de la zona se insiste en la necesidad de "campañas exhaustivas con estas personas para que sus labores agropecuarias sean armoniosas con la aptitud misma de los suelos" (p. 25).

⁵ Sin embargo, asume que "cerca del 90% de los suelos de la cuenca están limitados por la susceptibilidad a la erosión". (p. 24).

Suárez de Castro (1956) es un clásico de la literatura sobre la conservación de suelos. En el capítulo "Acequias de Ladera", el autor describe un sistema que se asemeja a la práctica de zanjas de desviación encontrada en la zona frijolera de San Gil y da indicaciones técnicas para su construcción.

Bouwman y Langdon (1984) igualmente contemplan las zanjas de desviación como una práctica de conservación de suelos y dan pautas para su diseño.

Maître (1991) presenta información sobre el manejo de la orientación de los surcos en las siembras de frijol en la zona de San Gil. En ocasión de este estudio, un 60% los agricultores entrevistados señaló la importancia de las zanjas de desviación para el control de la erosión.

3. Métodos

Durante el semestre 93A se visitaron 3 lotes de frijol en 4 oportunidades cada uno. Estos lotes se encuentran en las veredas El Choro (municipio de Villanueva), San José Alto y Guayabal (municipio de Barichara). Se tomaron datos sobre el número de zanjas, su orientación, su pendiente y sus dimensiones. Se identificó el sistema usado (zanjas aisladas, interconectadas, salidas) y se midieron algunas características del lote (% de pendiente, tamaño aproximado, densidad de siembra del frijol, orientación de los surcos). Además se condujeron entrevistas informales con los agricultores sobre el manejo de las zanjas.

En el semestre 93B se realizó un sondeo mediante un cuestionario y una hoja de observación (véase anexo 1). Se entrevistaron 22 agricultores en Villanueva y Barichara para luego visitar un lote en cada finca y realizar las mediciones según las instrucciones de la hoja de observación.

Los datos de ambos semestres fueron sometidos a un análisis estadístico sencillo (frecuencia de mención de opiniones, valores promedio y desviación estandar de las mediciones).

4. Resultados y Discusión

4.1. Descripción de dos casos⁶

Para entender mejor la práctica de zanjas establecida por los campesinos de Villanueva y Barichara se analiza primero dos casos típicos en parcelas con frijol.

La Fig.1 muestra un sistema de canales con la salida hacia otro terreno en descanso pasando por una franja con árboles y arbustos. La parcela de frijol tiene un área de aproximadamente 1,6 ha. El cultivo presenta una densidad de siembra de 81.000 plantas/ha. Los surcos están en favor de la pendiente y van dirigidos hacia los canales con ángulos que comprenden 45° para el caso del canal 1 y 15° para el canal 2. (Fig. 1). Otro aspecto importante es que el canal 2 tiene una mayor dimensión que el canal 1. Según el agricultor esto se debe a que recibe mayor cantidad de agua y por consiguiente requiere un mayor tamaño.

La pendiente del terreno varía entre 9% y 18% y la inclinación dentro de los canales entre 13% y 18%. La Tabla 1 muestra algunas dimensiones de los dos canales de este sistema.

Tabla 1. DIMENSIONES DE LAS ZANJAS DE DESVIACION EN LA PARCELA DE FRIJOL. VEREDA EL CHORO, VILLANUEVA (SANTANDER)

| Detalle | Profundidad (cms) | Ancho (cms) | Base (cms) | Longitud (m) | Inclinación (%) |
|---------|-------------------|-------------|------------|--------------|-----------------|
| Canal 1 | 23 | 47 | 23 | 78 | 15.5 |
| Canal 2 | 26 | 70 | 26 | 75 | 16.0 |

Nota: Todos los datos representan valores promedios de varias mediciones.

Se observó además en las salidas de las zanjas procesos de sedimentación de suelo, lo que hace suponer que hay arrastre de material en y/o a través de los canales.

⁶ El Anexo 2 permite comparar algunos valores presentados en este capítulo con los respectivos parámetros obtenidos en ocasión de la visita a 19 lotes durante el sondeo.

El segundo caso consiste en una parcela de frijol de aprox. 7,000 m² con un sistema de canales que van dirigidos hacia un reservorio (jawey). Las zanjas están acondicionadas para desaguar en un canal principal y este al jawey. Como observamos en la tabla 2 las dimensiones de los canales varían.

Tabla 2. DIMENSIONES DE LAS ZANJAS DE DESVIACION EN LA PARCELA DE FRIJOL. VEREDA SAN JOSE, BARICHARA (SANTANDER)

| Detalle | Profundidad (cms) | Ancho (cms) | Base (cms) | Longitud (m) | Inclinación (%) |
|---------------------|-------------------|-------------|------------|--------------|-----------------|
| Canal 1 | 27 | 90 | 33 | 42 | 16.5 |
| Canal 2 (principal) | 40 | 105 | 55 | s.d. | 17.0 |
| Canal 3 | 23 | 78 | 27 | 48 | 20.0 |
| Canal 4 | 24 | 63 | 25 | 29 | 17.5 |

Nota: Todos los datos representan valores promedios de varias mediciones.

s.d. = Sin dato.

El canal 2 tiene mayor dimensión tanto en profundidad, ancho como base. Según la Fig. 2 este canal recibe el caudal de agua de otros dos canales (canal 1 y 3) y además el agua de la carretable. El agricultor diseñó este canal por cuanto busca aprovechar el agua de la carretera para almacenarla en un reservorio, llamado jawey. En algunas partes de la zanja principal (canal 2), existen obstáculos o barreras en cuya parte superior se pudo apreciar claramente durante las visitas, la acumulación de suelo. Es interesante anotar que los canales auxiliares (1 y 3) y el canal principal (2) no se interceptan entre sí. El agricultor dejó más bien un espacio de aproximadamente 3-4 m. con el fin de que el agua pierda fuerza, no dañe el otro canal y no se presente demasiada sedimentación en el canal principal. La inclinación del terreno varía entre 11.5% y 27.5%, la densidad de siembra es de 84.000 plantas/ha. Los surcos están dirigidos a través de la pendiente, y las zanjas van dirigidas casi a favor de ella. En las zanjas se observan pendientes de 16.5% y 20,5%.

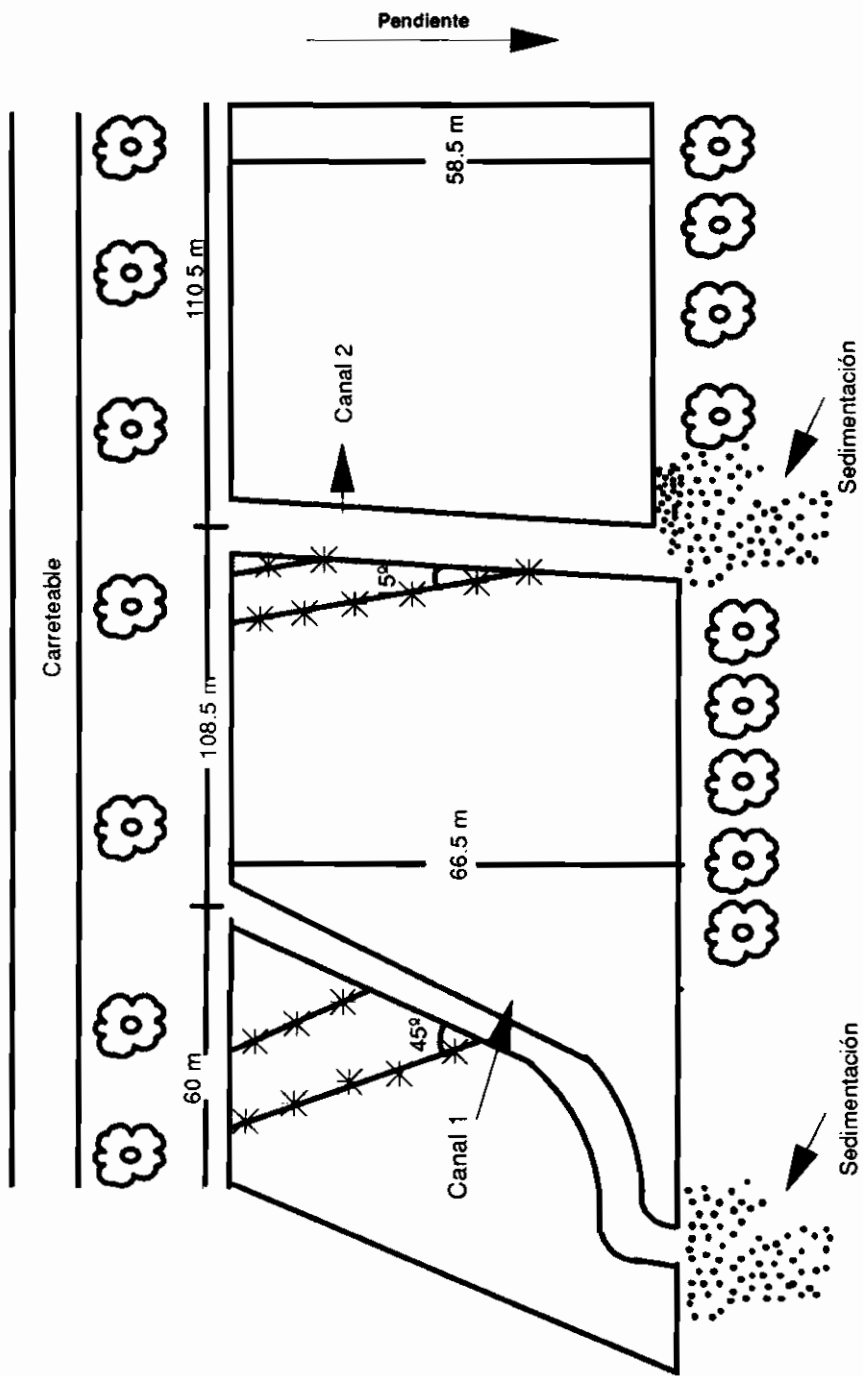
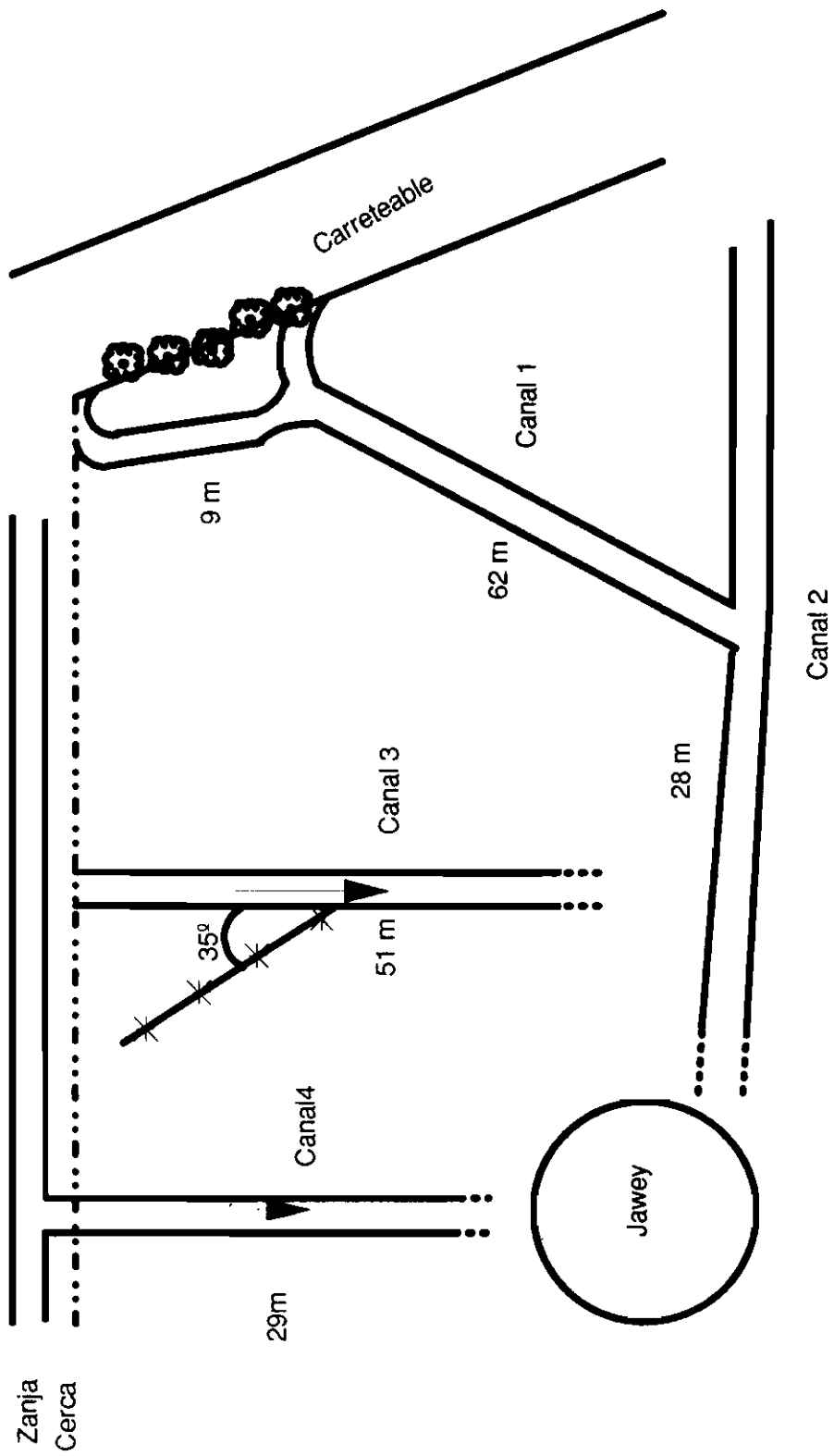


Fig. 1.

Fig. 2



4.2. Comparación con las Recomendaciones Técnicas

Las zanjas de desviación son una de las prácticas discutidas en los manuales de conservación de suelo. Suárez de Castro (1956) recomienda los siguientes parámetros para el diseño de las zanjas de desviación.

- a. Las zanjas se utilizan en regiones de mucha lluvia.
- b. Los terrenos deberían tener pendientes entre 10% y 30%.
- c. Las zanjas deberían tener una base de 30 cms de ancho y taludes con un ángulo de 45°.
- d. Las zanjas deben estar protegidas por una barrera viva.
- e. Se deben construir desagües bien protegidos.
- f. Las zanjas no deben construirse en terrenos con cultivos limpios o en potreros de mas de 30% de pendiente, ní en terrenos con cultivos perennes con más de 40% de pendiente.

Además este autor dá una serie de instrucciones para el diseño de las zanjas en función de la pendiente, del tipo de explotación y de las dimensiones del terreno.

Bouwman y Langdon (1984) analizan las zanjas de desviación juntamente con los cultivos en fajas, los cultivos en contorno y las terrazas. Bien construídas las zanjas de desviación pueden controlar el 60% de la erosión hídrica (Bouwman y Langdon 1984: 15). Algunos de los parámetros mencionados son:

- a. Las zanjas son un complemento de los cultivos en contorno.
- b. Se construye en terrenos con pendientes mayores al 10%.
- c. Se debe proteger con barreras vivas en la parte superior ó mediante la siembra de pastos en la misma zanja.
- d. Se debe calcular una velocidad máxima del agua (mediante la determinación de la distancia entre zanjas y del desnivel en las zanjas) tal que ella no cause erosión.

- e. Los desagües ("caminos de agua") deben ser protegidos con pasto (hasta 20% de la pendiente) o revestidos de cemento, piedras, etc. (pendientes mayores del 20%).

Bouwman y Langdon al igual como Castro dan instrucciones para el diseño de zanjas, basándose en criterios como pendiente del lote, dimensiones de y distancias entre zanjas, tipo de suelo y otros.

Según la información anterior y con base en los dos casos presentados podemos ahora hacer una comparación entre las zanjas técnicamente recomendadas y las zanjas que construyeron los agricultores:

| <u>Diseño Recomendado para Construir Zanjas de Desviación</u> | <u>Zanjas Construidas por los Agricultores</u> |
|---|--|
| (1) Zonas lluviosas Por ej. precipitación de 140 mm/hr. (S) | -En la zona la precipitación es baja pero desuniforme y se presentan a veces lluvias fuertes |
| (2) Se pueden utilizar en cultivos limpios siempre y cuando la pendiente no exceda el 30% (S) | -Se utilizan en cultivos limpios como el frijol |
| (3) Construcción en terrenos de más del 10% (pero no mayor del 40%) (S, B+L) | -Generalmente se construyen en terrenos con pendientes entre 10% y 20% pero a veces en pendientes debajo del 10% (drenaje) y mayores del 30% |
| (4) Se deben construir respetando las curvas a nivel (S, B+L) | -En la mayoría de los casos las zanjas se construyen casi en favor de la pendiente |
| (5) Se recomiendan zanjas de 30 cms de ancho en la base y taludes con 45° de inclinación (S) | -Las dimensiones del canal muy a menudo se rigen por la cuchilla del arado o el ancho del azadón y tienden a ser rectangulares |
| (6) Se tiene en cuenta la velocidad del agua (velocidad no erosiva) (B+L) | -No se tiene en cuenta la velocidad del agua (velocidad no erosiva) |
| (7) Se debe tener en cuenta la distancia entre zanjas (S, B+L) | -Se tiene en cuenta la distancia entre zanjas |
| (8) Se deben proteger con barreras vivas (S, B+L) o mediante pastos en la zanja (B+L) | -No se protege las zanjas con barreras vivas |
| (9) Son un complemento de los cultivos en contorno (B+L) | -Se construyen indistintamente de la orientación de surcos |
| (10) Los desagües deben ser protegidos (S, B+L) | -Las zanjas tienen muchas veces salidas no protegidas |

S = Suárez de Castro (1956)
B+L = Bouwman y Langdon (1984)

Es obvio que la práctica de los agricultores difiere notoriamente en varios puntos de lo técnicamente recomendado [por ej. (1) (4) (5) (6) (8) y (9)]⁷.

A partir de esta observación hay dos posibles cursos de acción. El primero es implementar un programa de extensión o capacitación tratando de difundir el sistema técnicamente recomendado. El segundo es comenzar un programa de investigación encaminado a (1) conocer mejor el manejo sistema actual por los agricultores y sus razones y (2) evaluar técnicamente y en forma comparativa el sistema campesino con el sistema técnico.

La primera opción, si bien parece satisfacer la necesidad de enfrentar a nivel práctico el problema de erosión que muchos observan en la zona, implica el riesgo de actuar sin conocer suficientemente el sistema actual y mucho menos la actitud de los agricultores. Por lo tanto, optamos por la segunda opción y decidimos realizar un sondeo sobre la práctica de las zanjas y la actitud de los agricultores frente al problema de erosión. De esta manera se espera dar un primer paso hacia un manejo óptimo de las zanjas.

4.3. Sondeo

Los terrenos visitados durante el sondeo vienen siendo cultivados en promedio desde hace 5.0 años. En los mismos terrenos se están haciendo zanjas desde hace 4.7 años (valor promedio), es decir en un 94% del tiempo en el cual los terrenos han estado bajo cultivo. Ello es un indicio adicional de la difusión masiva de esta medida de control de erosión.

⁷ Cabe mencionar que los sistemas de zanjas implementados por los agricultores no están exentos de problemas. Observamos, por ej., en algunos casos procesos erosivos en las mismas zanjas. También pudimos apreciar áreas con arrastre de suelo y de plantas en ambos lotes que aquí han servido como estudios de caso. Sin embargo, estas áreas ya no fueron visibles después del primer aporque, es decir, el mismo aporque borró los fenómenos de erosión y quedaron únicamente partes con una menor densidad de plantas. Quien no ha observado los problemas de erosión antes del aporque tal vez acuda posteriormente a algún factor de estrés biótico para poder explicar las pérdidas de plantas la cual en realidad ha sido ocasionada por la erosión.

Tabla 3. TIEMPO DE LABOREO Y TIEMPO DE UTILIZACION DE ZANJAS EN LOS TERRENOS VISITADOS

| | Tiempo durante el cual los lotes visitados han estado bajo cultivo | Tiempo durante el cual se han hecho zanjias en los mismos lotes |
|----------------------|--|---|
| Media | 5.0 años | 4.7 años |
| Rango | 1 - 11 años | 1 - 11 años |
| Desviación estandard | 2.7 años | 2.9 años |

Los agricultores mencionaron diversas razones por las cuales ellos hacen zanjias (tabla 4), siendo las más importantes: el evitar que el agua arrastre la tierra (77%), las plantas (50%), la semilla (36%), la gallinaza (25%) o los abonos (químicos) (23%). También se mencionó en un 27% de los casos el drenaje como razón de ser de las zanjias.

En pocos casos las zanjias reciben una justificación positiva como recoger agua (5%) o humedecer el terreno (5%). Finalmente existen también explicaciones que no tienen que ver con el manejo del suelo o del agua, si no con la organización del trabajo en el terreno. Esto es el caso para la razón "dividir las listas" (9%) y "cortar los surcos" (9%).

Tabla 4. RAZONES ADUCIDAS POR LOS AGRICULTORES PARA LA CONSTRUCCION DE ZANJAS

| Razones para hacer zanjias | % de agricultores quienes han mencionado la razón (N = 22) |
|--|--|
| Para evitar que el agua arrastre la <u>tierra</u> | 77% |
| Para evitar que el agua arrastre las <u>plantas</u> | 50% |
| Para evitar que el agua arrastre <u>semillas</u> | 36% |
| Para evitar <u>inundaciones</u> /para facilitar <u>drenaje</u> | 27% |
| Para evitar que el agua arrastre la <u>gallinaza</u> | 25% |
| Para evitar que el agua arrastre el <u>abono</u> (químico) | 23% |
| Para evitar que el agua arrastre la <u>materia orgánica</u> | 18% |
| Para evitar que <u>el agua tape las matas</u> | 14% |
| Para <u>dividir las listas</u> (o cortes) | 9% |
| Para evitar la " <u>erosión</u> " | 9% |
| Para <u>cortar surcos</u> | 9% |
| Para evitar que <u>se forme un peladero</u> | 5% |
| Para <u>recoger agua</u> | 5% |
| Para <u>humedecer la tierra</u> | 5% |

Nota: El total suma más de 100% por la posibilidad de mencionar más de una razón.

El efecto adverso más importante que los agricultores intentan evitar o reducir mediante la construcción de zanjias es la pérdida de suelo. Le sigue la pérdida del cultivo (plantas y semilla) y de insumos (gallinaza y abono). Esto parece indicar que los agricultores sí perciben el problema de la erosión en sus diferentes aspectos. Ello se vuelve más manifiesto todavía al analizar las respuestas a la pregunta sobre que pasaría si en un determinado terreno el agua llega a arrastrar año tras año la tierra? El 95% de los agricultores entrevistados esperan algún efecto negativo, solamente el 5% piensa que no sucede nada que no se pudiera remediar, por ejemplo mediante la aplicación de (más) gallinaza. Como lo señala la tabla 5 los agricultores entrevistados ven efectos tanto a nivel de la pérdida de fertilidad como a nivel de pérdida de suelo y también efectos en la producción. Los efectos negativos a nivel de fertilidad de suelo han sido mencionados con la mayor frecuencia (45%).

Tabla 5. EFECTOS A MEDIANO/LARGO PLAZO DEL ARRASTRE DE SUELO ESPERADOS POR LOS AGRICULTORES

| Tipo de Respuesta* | Descripción | N | %^b |
|---------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|
| A | Pérdida de fuerza (fertilidad) | 21 | 45 |
| B | Pérdida de tierra (suelo) | 13 | 28 |
| C | Efectos negativos en la producción | 9 | 19 |
| D | Implicaciones | 4 | 9 |
| Total | | 47 | 101 |

Respuestas Originales (de los agricultores)

- A = Se esteriliza; se degenera; se lleva la tierra más fértil; se está sacando toda la vegetal; se pierde la materia orgánica; el abono se pierde; se pierde la capa vegetal; no recibe el fertilizante; no tiene fuerza.
- B = Se daña la tierra; se acaba la tierra; se pierde la tierra suelta; queda subsuelo duro; no queda nada; queda un peladero; se vuelve polvúa; no guarda humedad; se vuelve zanjones.
- C = No nace nada; no produce; no sirve para nada; el cultivo produce menos; no se puede sembrar nada; no nace ni hierba.
- D = Lo primero que uno tiene que cuidar; se debe sembrar pasto y volver a romper luego; hace falta trabajar la tierra e incorporarle majada.

El hecho de que los agricultores perciben la erosión no sólo como pérdida física de suelo, si no también como una amenaza para la fertilidad de él se refleja también en el siguiente punto.

86% de los agricultores observaron que las zanjas llevan aguas turbias cuando llueve, transportándose de esta manera partículas del suelo y material orgánico. Al respecto de las partículas del suelo se les preguntó a los agricultores como evaluaban ellos el suelo sedimentado en las salidas de las zanjas en cuanto a "fuerza" (fertilidad).

^a Sobre el total de respuestas, no de entrevistados.

Tabla 6. APRECIACION, POR LOS AGRICULTORES DE LA FERTILIDAD DEL MATERIAL EDAFICO SEDIMENTADO

| | N | % |
|--|---|----|
| La tierra sedimentada tiene más fuerza que la tierra del terreno | 8 | 40 |
| La tierra sedimentada es buena, tiene fuerza | 5 | 25 |
| La tierra sedimentada es mala, estéril | 4 | 20 |
| La tierra sedimentada tiene menos fuerza que la tierra del terreno | 3 | 15 |

El 65% de los entrevistados piensa que el suelo sedimentado es de una buena o mayor fertilidad (en comparación con el suelo del terreno). Estos agricultores explicaron su opinión por el arrastre de "majada", de materia orgánica o de abono que el agua se está llevando juntamente con el suelo.

El 35%, sin embargo, asume que el suelo sedimentado es de poca fuerza (fertilidad). La mayoría de los que contestaron de esta manera pensaron que esto se debía al hecho de que el agua estaba lavando y "rodando" la tierra y que de esta manera esta última iba perdiendo su fuerza hasta llegar al sitio de sedimentación⁹.

Los datos de los Cuadros 5 y 6 muestran claramente que los agricultores perciben los procesos de erosión y analizan sus efectos:

1. El 95% de los entrevistados espera algún efecto negativo a nivel del suelo y/o producción debido al constante arrastre de tierra.

⁹ En el caso de uno de los lotes visitados encontramos en la zanja principal ("desagüe") varios sitios con sedimentación. En el más grande de ellos (aprox. 0.6 - 0.8 m³) se tomó una muestra de suelo (Anexo 3) Además se tomaron 3 muestras en el terreno correspondiente (Anexo 3). De 10 parámetros (pH, M.O., P, Ca, Mg, Na, K, Al, C.I.C., B.T.) el valor obtenido en el material sedimentado quedó en 4 casos fuera de la franja establecida por la media y la desviación estándar. Se trató del P (menor), K (mayor), Al (mayor) y de la C.I.C. (mayor). El suelo es de una textura franco-arcillosa.

2. Muchos agricultores están mencionando la pérdida de fertilidad del suelo como una manifestación de la erosión y no se limitan a la pérdida física de suelo.
3. El 86% de los agricultores entrevistados observa procesos erosivos aún en las zanjas y el 65% piensa que el material de suelo perdido de esta manera es de buena fertilidad.

Frente a esta situación es importante recalcar de nuevo que los agricultores escogieron las zanjas de desviación como la medida más adecuada, desde su punto de vista, para el control de la erosión.

El 50% de los entrevistados hace las zanjas a mano (con azadón) después de la arada del terreno, pero antes de la siembra. El 41% encarga a los tractoristas trazar las zanjas primero, para luego arreglarlas a mano. El 9% se limita a encargar a los tractoristas excavar las zanjas sin ajustarlas luego. El 90% de los agricultores hace mantenimiento a las zanjas. La mayoría (58%) en ocasión del deshierbe, los demás también según la necesidad, por ejemplo después de aguaceros fuertes (42%). Ha sido difícil estimar el costo de las zanjas, debido a que la información sobre el tiempo empleado en la construcción de ellas muestra una gran variabilidad. No obstante, se puede decir, que la inversión ascendió a unos \$5,000. a \$10,000./ha. en el año 1993. La mayor parte de este valor corresponde a la mano de obra¹⁰.

Los agricultores mencionaron 11 medidas fuera de las zanjas de desviación, para controlar la erosión. Solamente tres medidas fueron mencionadas por más del 10% de los entrevistados y ninguna superó el 35%.

¹⁰ Como las zanjas se hacen para cada siembra de nuevo, su costo incide en los costos de producción del cultivo. Sin embargo, no se está tomando en cuenta este factor en la elaboración de los costos de producción de frijol y tal vez tampoco en los demás cultivos.

Tabla 7. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION MENCIONADAS POR LOS AGRICULTORES

| M e d i d a | % de los agricultores que las mencionaron | % de los agricultores que las adoptaron |
|---|---|---|
| [Zanjas] | [100%] | [100%] |
| Surcos atravesados | 33% | 33% |
| Franjas de pasto | 24% | 10% |
| Barrera muerta | 19% | 5% |
| Arboles individuales | 10% | -- |
| Arar atravesado | 5% | 5% |
| Buen aporque (dejando huecos de infiltración) | 5% | 5% |
| No dejar pedazos sin arar ¹¹ | 5% | 5% |
| Aplicar cal+ceniza+gallinaza | 5% | 5% |
| Vallao ¹² | 5% | 5% |
| Hacer perder la zanja ¹³ | 5% | 5% |
| Reforestar | 5% | -- |

En cuanto a la eficiencia (técnica) de las zanjas en comparación con otras medidas mencionadas por los agricultores se obtuvo el siguiente dato en el sondeo. 32% de los entrevistados opinan que alguna de las otras medidas era más eficiente que las zanjas, mientras un 69%, o no identificaron ninguna otra medida o señalaron las zanjas de desviación como más eficientes. Este dato subraya de nuevo la importancia que los agricultores están dando a las zanjas de desviación.

¹¹ Para evitar la acumulación de fuerzas del agua de escorrentía en la parte inferior al pedazo sin arar.

¹² Zanja profunda.

¹³ Ir disminuyendo la profundidad y el ancho de la zanja a partir de la parte central del lote para que el agua se distribuya en el terreno.

Tabla 8. APRECIACION DE LA EFICIENCIA DE LAS ZANJAS Y DE OTRAS MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA EROSION (POR AGRICULTORES)

| Eficiencia de las Medidas para el Control de la Erosión | % de Entrevistados |
|---|--------------------|
| Las zanjás son la única medida para el control de la erosión | 32% |
| Las zanjás son más eficientes que cualquiera de las medidas mencionadas en el Cuadro 5 | 37% |
| Alguna de las siguientes medidas es más eficiente que las zanjás: <ul style="list-style-type: none"> . Surcos atravesados . Barrera muerta . Árboles individuales/sembrados en dirección atravesada | 32% |

Los agricultores quienes identificaron medidas más eficientes que las zanjás para el control de erosión no dejan de hacer zanjás. Sin embargo, únicamente aquellos productores quienes mencionaron los surcos atravesados como medida más eficiente indicaron a la vez aplicarla, las demás medidas evaluadas como más eficientes no se están aplicando.

El segundo caso descrito al inicio de este capítulo (4.1.) se caracteriza por la integración de zanjás con jawey en un solo sistema. En este contexto cabe mencionar que todos los agricultores expresaron estar de acuerdo con esta práctica y en un 20% de los terrenos visitados tenían el sistema ya implementado. La inquietud de los agricultores tiene que ver con el manejo del material de sedimentación (25%), con las pérdidas de agua en el reservorio por infiltración (10%), con el daño por animales (5%) y el costo (10%). Al parecer la integración de las dos prácticas, la primera -las zanjás- dirigida a la conservación de suelo y la segunda -los jaweyes- destinada al almacenamiento del agua, tienen un gran potencial técnico y social en la zona.

5. Conclusión

1. Mientras en la zona frijolera de San Gil, las entidades emiten recomendaciones de conservación de suelos dirigidas hacia la siembra en surcos atravesados, la siembra de barreras vivas y la reforestación, los agricultores prácticamente se limitan a hacer zanjas de desviación en sus terrenos para manejar las aguas de escorrentía y contener la erosión.
2. En algunos casos los agricultores construyen las zanjas de tal forma que desembocan en un reservorio (jawey, laguna).
3. Estas zanjas están contempladas en los manuales de conservación de suelo como por ejemplo Suárez de Castro (1956) y Bouwman y Langdon (1984).
4. Sin embargo, en varios parámetros se diferencian los sistemas técnicos y campesinos. Tales parámetros por ej. son: La orientación de las zanjas, la siembra o no siembra de barreras vivas o pasto para estabilizar las zanjas y la protección o no de los desagües.
5. Las prácticas de los agricultores no están exentas de problemas. En algunos casos se presentan procesos erosivos tanto en las zanjas como fuera de ellas.
6. Las razones principales para hacer zanjas según los agricultores son: Evitar el arrastre de la tierra (77%), evitar la pérdida de plantas (50%), semillas (36%), gallinaza (25%) y de abono químico (23%). También se mencionó: Para evitar inundaciones (27%).
7. Siendo la pérdida de tierra (suelo) la razón más importante que tienen los agricultores entrevistados para la construcción de zanjas, es interesante saber que ellos además asumen que el daño más grande que esto ocasiona es la merma de la fertilidad del suelo y no tanto la pérdida física como tal (45% del total de las respuestas).
8. 65% de los agricultores entrevistados opinaron que el suelo sedimentado, a través del transporte de partículas en las zanjas, es de buena fertilidad o incluso más fértil que el suelo del terreno al cual pertenecen las zanjas. 35% manifestaron la opinión contraria.

9. Un 69% de los agricultores entrevistados afirmó que las zanjas eran la única medida de control de erosión (32%) o la más eficiente (37%). De la parte restante (32%) algunos mencionaron los surcos atravesados, las barreras muertas y los árboles individuales como más eficiente. Sin embargo, de estas medidas solamente se practican los surcos atravesados sin que se deje de hacer zanjas.
10. Hubo un interés muy claro (100% de los entrevistados) en la integración de zanjas y reservorios (jaweyes, lagunas, etc.) Como problema principal de estos sistemas se nombró la sedimentación.

6. Recomendaciones

1. Incluir en el inventario de medidas de control de erosión para la zona la práctica de las zanjas de desviación. No sería oportuno insistir solamente en aquellas medidas que los agricultores hasta hoy no adoptan en forma masiva y descuidar la única que ellos en forma generalizada están aplicando.
2. Realizar un estudio dinámico de dos ó tres sistemas de zanjas a lo largo de un ciclo de cultivo.
3. Hacer un análisis químico del material de sedimentación en las salidas de las zanjas.
4. Montar un ensayo de zanjas de desviación con los siguientes tratamientos:
 - a. Práctica del agricultor
 - b. Sistema técnico
 - c. Testigo sin zanjas (si es posible)
5. Diseñar sistemas de zanjas con salidas en reservorios (jaweyes, lagunas, tanques, etc.).

7. Bibliografía

BOUWMAN, Alexander. **LANGDON**, Rafael. Manual para Prácticas de Conservación de Suelos. SEDRI-CONADE-PNUD-FAO. Quito. 1984.

INDERENA.INGEOMAS. Estudio para determinar áreas de conflicto por uso agrológico del suelo en la cuenca del río Fonce. Bogotá. 1992.

IRUSTA Y FORTOUL. Estudios de Suelos de Santander. Zonas Tabacaleras. Instituto Nacional de Fomento Tabacalero. Bogotá. 1961.

MAITRE, Adrian. Estudio sobre la Orientación de Surcos en la Siembra de Frijol en los Municipios de San Gil y Villanueva (Santander). CIAT. Manuscrito. San Gil. 1991.

MONTENEGRO, Hugo. **OLMOS**, Elías. Inventario de los Problemas de Erosión y Degradación de los Suelos de Colombia. En: Suelos Ecuatoriales, 18(2), 1988: 9-21.

SUAREZ DE CASTRO, Fernando. Conservación de Suelos. Barcelona. 1956.

CARACTERIZACION DE LOS TERRENOS VISITADOS DURANTE EL SONDEO

| | | |
|-----------------------|---|---|
| <p>1. <u>Area</u></p> | <p>N %</p> <p>Hasta 0.5 ha. 5 26</p> <p>De 0.5 ha. hasta 1 ha. 9 47</p> <p>De 1 ha. hasta 1.5 ha. 5 26</p> | <p>2. <u>Pendiente</u></p> <p>Generalmente entre 10% y 20%</p> <p>\bar{X} 16.8%</p> <p>SD 8.5%</p> |
|-----------------------|---|---|

3. 16 Terrenos con Frijol¹⁴

| | \bar{X} | SD | CV ¹⁵ |
|---|-----------------------|---------|------------------|
| Distancia entre surcos | 75.0 cm | 11.8 cm | 15.7% |
| Distancia entre sitios | 32.8 cm | 4.7 cm | 14.3% |
| Densidad de siembra (2 granos por sitio) | 86.100 plantas/ha. | 21.800 | 25.3% |

¹⁴ 6 de ellos con maíz intercalado (densidad promedio: 7800 plantas/ha.) Otros terrenos con maíz (1), tabaco (1) y tabaco con millo (1).

¹⁵ $CV = \frac{SD \times 100}{\bar{X}}$

4. Orientación de los Surcos

| | N | % |
|--------------------|----|----|
| Atravesados | 6 | 29 |
| Inclinados | 10 | 48 |
| Derechos (parados) | 5 | 24 |

5. Medidas de las Zanjas (N = 51)

| | \bar{x} | SD | CV ¹⁶ |
|------------------|-----------|---------|------------------|
| Profundidad | 22 cm | 8.2 cm | 37% |
| Ancho [Superior] | 61 cm | 25.7 cm | 42% |
| Base | 28 cm | 16.4 cm | 59% |

¹⁶ $CV = \frac{SD \times 100}{\bar{x}}$

Comparación del Análisis Químico entre una Muestra de Sedimentación y Tres Muestras del Terreno Correspondiente. Villanueva. 1993. Valores promedio y Desviación Estándar.

| | p.H. | M.O. | P | Ca | Mg | Na | K | Al | CIC | BT |
|---------------------------------|---------|---------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| Terreno (3 muestras) | 4.6±0.3 | 1.7±0.7 | 25±5.4 | 2.5±0.5 | 0.40±0.08 | 0.25±0.02 | 0.20±0.03 | 3.0±0.8 | 14.3±1.2 | 3.4±0.6 |
| Material Sedimentado | 4.6 | 1.1 | 10* | 2.5 | 0.4 | 0.23 | 0.24* | 5.0* | 19.0* | 3.4 |

Textura: Franco-arcilloso

- * Valor de la muestra de sedimentación queda fuera de la franja definida por el promedio y la desviación estándar en las muestras del terreno.

**EFFECTOS DEL USO DE UN ARADO MEJORADO
DE TRACCION ANIMAL EN BARICHARA¹**

Juan José Tarazona²

Resumen

Por iniciativa de la Fundación Carvajal de Cali, del CIAT y de Coomulseb se introdujo en el segundo semestre de 1992 en la zona de tracción animal de Barichara el arado de vertedera reversible ARANDINO. Para conocer el efecto de la nueva tecnología se desarrolló un sondeo con los agricultores, entrevistándose con usuarios del ARANDINO, con arrieros no usuarios y con los clientes. Se detectó en el sondeo que hubo difusión de la tecnología y apropiación de la misma, al solucionar los mismos agricultores el problema inicial de un desgaste rápido, colocando una ballesta. A partir del primer semestre de 1993 se observó una intensidad del uso de este arado de un 90% del tiempo total destinado a la tracción animal. El 10% restante se lo asignan al arado tradicional que anteriormente ocupaba el 100% del tiempo.

El arado tradicional, el ARANDINO y el tractor son las tecnologías que aventajan el trabajo a mano (pica). El 61% de los agricultores expresa que el tractor es la tecnología que mayor erosión causa. Según los arrieros usuarios del "ARANDINO" se necesita 2.7 días para arreglar una hectárea y se cobra por el servicio \$27,810. lo que incluye trabajo y alimentación. Sin embargo, el tractor sigue siendo el más competitivo ya que necesita 5.2 h y se paga \$23,940 por hectárea. 50% de los arrieros no usuarios considera como el mayor impedimento para no tener esta tecnología, el no contar con el capital necesario para su adquisición. Sin embargo, el sondeo mostró que se trata a la vez de un grupo de arrieros que le dá un menor uso a la tracción animal en comparación con los usuarios del ARANDINO.

¹ El autor agradece a Adrian Maître (CIAT) su apoyo a lo largo de la realización de este trabajo.

² Tecnólogo Agrícola. San Gil.

1. Introducción

Ruthenberg (1985) señala que la tracción animal no puede ser considerada como la tecnología más apropiada para los pequeños agricultores en todos los casos. Tampoco hay -según el autor- una evolución natural empezando con las herramientas manuales pasando por la tracción animal y llegando a la maquinaria motriz. Existen partes donde la tracción animal nunca se ha desarrollado y en las cuales se observa un cambio del uso de herramientas manuales directamente hacia el tractor en la preparación del suelo³. En otros sitios el tractor presta un servicio eficiente y la tracción animal no puede competir⁴. Además, la tracción animal no es tan simple como el nombre de tecnología "apropiada" o "intermedia" podría sugerir. El arriero (galán) tiene que conocer bien su trabajo al igual que al animal. El mantener los animales tiene consecuencias en la organización de la finca en cuanto a las necesidades de alimentación por ejemplo. No obstante, Ruthenberg identifica como aspecto atractivo de la tracción animal su contribución a una mayor integración de la actividad ganadera con el sistema de producción agrícola y en cuanto a la conservación de la fertilidad de los suelos se refiere.

Si la tracción animal no se debería fomentar como cuestión de principio o de ideología, porqué razón es oportuno hacerlo en Barichara?

En las veredas Santa Elena, Paramito, San José Alto, San José Bajo y Salitre del municipio de Barichara, se conserva un núcleo de bueyes dedicados a múltiples servicios. Unos cincuenta animales bovinos distribuidos en estas veredas, se mantienen debidamente amansados para carga y tiro. Aproximadamente entre treinta y treinta y cinco arrieros, dedican parte de su tiempo a esta actividad. En sus terrenos ondulados predomina el uso de tractor en el arreglo de tierras para el laboreo, sin abandono del sistema manual, ni el tradicional arreo de bueyes de arado. Estas veredas recuerda don Ramiro Carvajal, "tuvieron bueyadas completas (grupos de 10 y 12 bueyes), con las que se alistaba y molía la caña en trapiches pácer la panela". Generalmente estas "bueyadas" eran de un solo dueño y trabajaban donde se requirieran. "Había varias güeyadas destas pondequiera y güeyes de arado también", dice don Abel Delgado. Los agricultores cuentan también que a lomo de buey se llevaron a vender cosechas completas y en un día de mercado en Barichara fácilmente se contaban cien y más bueyes. "A pata de buey" también se movilizaba la gente o se pisaba el barro en los chircales para hacer ladrillo y teja, tal como ocurre todavía en la vereda El Guayabal.

³ Como por ej. partes de la "tierra caliente" de Barichara.

⁴ Como en las sabanas de Villanueva.

Pero a parte de otros factores que han contribuido a la paulatina desaparición de esta tecnología hubo también una falta de apoyo institucional a la tracción animal, situación que cambió a finales del año 1992 cuando se introdujo el arado mejorado ARANDINO en la zona. El presente estudio se propone examinar los efectos que ha tenido este arado.

2. Revisión de Literatura

Ruthenberg (1985) intentó definir el rol de la tracción animal en comparación con el tractor y las herramientas manuales.

La Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU) colabora en América Latina con los siguientes proyectos de tracción animal: Bolivia: CIFEMA, Perú: HERRANDINA, Ecuador: ECUANDINO, Nicaragua y Honduras: PROMECH. En este último se vienen efectuando sondeos y encuestas en diferentes etapas del proceso de cambio tecnológico. Una encuesta de seguimiento a los usuarios de implementos mejorados (CID 1991) fue diseñada como un estudio para conocer la experiencia de los campesinos Hondureños con respecto al uso de la tracción animal para el desempeño de sus labores, así como las expectativas y conocimientos que poseen con respecto a los implementos desarrollados por PROMECH. Los siguientes datos son algunos de los resultados: 1 de cada 3 entrevistados dijo en forma espontánea querer un "arado de hierro" para trabajar con su yunta, 2 de cada 10 desean una sembradora y 1 de cada 10 un arado combinado. En total, 8% de los entrevistados tiene al menos un implemento de PROMECH, mientras un 33% conoce los implementos de PROMECH. El implemento más conocido es la sembradora. Los dueños de implementos PROMECH, al hacer un balance de su experiencia con ellos juzgan que sus principales ventajas son el ahorro de tiempo y de mano de obra y que uniformizan la siembra.

Un sondeo exploratorio (PROMECH 1992) trató de identificar el potencial y posibles limitaciones para la introducción de implementos mejorados para tracción animal en una zona donde se observaban problemas en el servicio de la maquinaria motriz.

Maître (1992) discute algunas razones por las cuales es oportuno apoyar al sector de tracción animal en Barichara.

3. Métodos

Después de haber hecho un seguimiento esporádico a los usuarios del "ARANDINO" durante el año 1993, se planeó la realización de un sondeo, basándose en un primer cuestionario para aquellos agricultores quienes habían adquirido el ARANDINO. Además, se diseñó un cuestionario para los arrieros quienes no habían adquirido el "ARANDINO" y otro para "clientes", es decir, aquellos agricultores quienes no son arrieros pero los cuales solicitan el servicio de arado mediante tracción animal a sus vecinos arrieros.

4. Resultados y Discusión

Mediante el sondeo se pudo constatar que hubo difusión del ARANDINO (ver Cuadro 1 - Grupo III), promovida por el grupo de usuarios al prestar el servicio de arado con bueyes a sus vecinos no arrieros.

Los agricultores identificaron como principal ventaja del ARANDINO el hecho de que este "voltea" la tierra (50%) (ver Cuadro 2) y resaltaron también su reducido peso como ventajoso (32%) puesto que esto facilita el transporte. La observación que el ARANDINO no servía "en lo duro" (en terrenos nuevos) conformó la principal desventaja (57%). Le siguió el desgaste acelerado de la punta (24%). Es interesante ver que los usuarios insistieron más en estos puntos que los demás entrevistados (Grupo I, Cuadro 3). De acuerdo con lo anterior, un 33% de los entrevistados propuso mejorar la punta (ver Cuadro 4) y un 27% señaló que había que colocar una ballesta (siguiendo el ejemplo del arado tradicional).

El arado tradicional, el ARANDINO y el tractor aventajan el trabajo a mano (con pica) en cuanto a calidad, según los agricultores (Cuadro 9). Sin embargo, los tres grupos de entrevistados llegaron a diferentes conclusiones:

El grupo I (usuarios) considera la vertedera como la tecnología más adecuada, seguida por el tractor. El grupo II (no usuarios) opina que el arado tradicional es lo mejor, seguido por la pica. El Grupo III (clientes) coloca en primer lugar al ARANDINO y al tractor. Se supone que la función de vertedera es lo que mayor aceptación ha ocasionado en este grupo.

El 61% de los agricultores expresa que el tractor es la tecnología que mayor arrastre de tierra ocasiona (más erosiona el terreno) (ver Cuadro 6).

En vista de la anterior evaluación favorable del ARANDINO (y de la tracción animal como tal) en términos técnicos y ecológicos, se les preguntó a los agricultores sobre los costos de la nueva tecnología (en comparación con las tres alternativas) con la finalidad de saber si el ARANDINO podría competir exitosamente.

Con el "ARANDINO" el servicio de preparación de la una hectárea de terreno vale \$27,810. pesos (trabajo + alimentación), con el tractor es de \$23,940., el arado tradicional demanda un costo de \$29,605. y con la pica se gastan \$103,121.⁵ (Calculado con base en los Cuadros 7 y 8).

Frente a esta situación tan favorable para el ARANDINO porqué algunos arrieros no lo compraron todavía? El 50% de los arrieros no usuarios manifiestan no tener el capital necesario (ver Cuadro 11) como el principal impedimento para adquirir la nueva tecnología.

Finalmente se indagó sobre la intensidad de uso de la tracción animal de parte de los usuarios del ARANDINO por un lado, y de los arrieros no usuarios por otro lado (Cuadros 10 y 11). El resultado más importante fué que los usuarios del ARANDINO vienen usando con una mayor intensidad la tracción animal (+32% en cuanto a tiempo) que los arrieros no usuarios. Al parecer el ARANDINO tuvo una mayor aceptación por el primer grupo, también por tratarse del grupo más dinámico en cuanto a tracción animal se refiere.

Limitándonos ahora, al cuadro 10 podemos ver que el ARANDINO desplazó casi al arado tradicional a partir del mismo momento de su introducción (1993A). El ARANDINO se emplea en un 86% (1993A) y 90%(1993B) del tiempo dedicado a la tracción animal. Eso quiere decir que la limitante de no servir "en lo duro" (Cuadro 3) no ha sido decisiva, puesto que los terrenos nuevos ("duros") son una excepción y que lo normal es preparar terrenos ya trabajados, y ahí precisamente el ARANDINO desarrolla sus ventajas, principalmente la de la vertedera que ha sido un factor importante para la aceptación de este arado.

⁵ Según apreciación de los arrieros que usan "Arandino" con este arado se necesitan 2.7 días para arreglar una ha. de tierra, con el arado tradicional 3.1 días, el tractor necesita 5.2 horas y la pica 27.5 días.

5. Conclusión

1. Hubo difusión del arado de vertedera "ARANDINO" por parte de los arrieros, en las veredas de Santa Elena, Paramito, San José Alto, San José Bajo y Salitre del municipio de Barichara.
2. Los agricultores (arrieros) expuestos a esta tecnología no sólo la han aceptado, si no han solucionado el problema de desgaste de la punta, al ponerle una ballesta, siguiendo el ejemplo del arado tradicional.
3. La yunta hace parte de la economía familiar campesina en estas veredas.
4. El trabajo de arrear bueyes de labor permite a la gente que sabe de este oficio, tener un ingreso más.
5. El "ARANDINO" contribuye para que el conocimiento tradicional no se pierda, ya que mantiene en uso el arado antiguo, sobre todo para el amance de nuevos bueyes.
6. Los agricultores de las veredas objeto de este sondeo manifiestan que el tractor es la tecnología que mayor erosión ("arrastre de tierra") ocasiona.

6. Recomendaciones

1. Iniciar nuevos trabajos con las yuntas, aprovechando que el arado es de uso múltiple y puede apoyar otras labores, como aporque y deshierbe.
2. Hacer un seguimiento a los arados de los usuarios que han insertado la ballesta y analizar los efectos sobre la estructura del arado.
3. Aprovechar las experiencias adquiridas durante el proceso de aceptación y apropiación de la nueva tecnología, con el arado mejorado "ARANDINO" para trabajos en otras regiones del Departamento de Santander.
4. La Fundación Carvajal debe continuar con el apoyo al sector de tracción animal en Barichara, en vista de la dinámica observada en ocasión del presente estudio.

7. Bibliografía

CID. Encuesta de Opinión Usuarios de Tracción Animal. Tegucigalpa. 1991.

COSUDE-PROMECH. Memorias del Seminario Internacional de Mecanización Agrícola sobre "Promoción y Transferencia de Tecnología". Tela (Honduras). Febrero de 1992.

COTESU. Varios folletos de proyectos de tracción animal.

MAITRE, Adrian. Informe sobre la Demostración Comparativa del arado de palo, el arado "ARANDINO" CIAT. San Gil. 1992.

RUTHENBERG, Hans. Innovation Policy for Small Farmers in The Tropics. Oxford. 1985.

ANEXO 1

| Dónde conoció el arado ARANDINO? | |
|---|---|
| Grupo I (Usuarios) (n = 9) | 78% en la reunión de 1992 22% en otra oportunidad ⁶ |
| Grupo II (arrieros no usuarios) (n = 8) | 63% en la reunión de 1992 25% en otra oportunidad ⁷ 13% no lo conoce |
| Grupo III (Clientes) (n = 6) | 16% en la reunión de 1992 83% en otra oportunidad ⁸ |

Cuadro 1

-
- ⁶
- Adolfo Suárez aró donde un vecino.
 - En ocasión de la prueba de la sembradora PROMECH.
- ⁷
- Donde Luis Aurelio Mejía cuando fui a ayudarlo
 - En la reunión donde Rodrigo Acevedo en Santa Elena.
- ⁸
- Cuando el arriero vino a ayudarme con los bueyes
 - Adolfo Suárez vino a arar
 - Solicitó el servicio de arado (tradicional) y trajeron el ARANDINO
 - A la finca vino Jairo
 - Cuando vino Adolfo Suárez a arar.

| Qué <u>ventajas</u> tiene el ARANDINO? | | |
|---|----------|----------|
| GENERAL (n = 22) | | |
| | N | % |
| Voltea | 11 | 50 |
| Es liviano (transporte) | 7 | 32 |
| En lo blandito/rastrojo voltea | 4 | 18 |
| El terreno queda bueno/parejo | 4 | 18 |
| Es práctico para trabajar | 3 | 14 |
| Da rendimiento en terreno suelto | 3 | 14 |
| El terreno queda listo (para sembrar) | 3 | 14 |
| Más comodo para arar con un solo buey | 1 | 5 |
| Donde <u>no</u> hay hierba alta y donde <u>no</u> es rompía queda bueno | 1 | 5 |
| Rinde | 1 | 5 |
| El seguro para el timón es ordenado | 1 | 5 |
| Más resistente para lo duro | 1 | 5 |
| Grupo I (Usuarios) (n = 9) -aspectos más importantes- | | |
| Voltea | 4 | 44 |
| Es liviano (transporte) | 4 | 44 |
| En lo <u>blandito/rastrojo</u> voltea | 2 | 22 |
| Grupo II (Arrieros no usuarios) (n = 7) | | |
| Es liviano | 3 | 43 |
| Voltea | 2 | 29 |
| Práctico para trabajar | 2 | 29 |
| Grupo III (Clientes) (n = 6) | | |
| Voltea | 5 | 83 |
| Queda listo el terreno (para sembrar) | 2 | 33 |

Cuadro 2

| Qué desventajas tiene el ARANDINO? | | |
|---|----------|----------|
| GENERAL (n = 21) | | |
| | N | % |
| En lo duro/rompía no sirve, no queda lo mismo | 12 | 57 |
| El desgaste de la punta es demasiado | 5 | 24 |
| El enganche de la vertedera no es seguro | 3 | 14 |
| Demasiado liviano | 3 | 14 |
| Es caro | 1 | 5 |
| Brinca en lo duro | 1 | 5 |
| Con el desgaste entra menos | 1 | 5 |
| Se despegan tornillos | 1 | 5 |
| Una punta no sirve para el otro arado | 1 | 5 |
| Difícil para trabajar | 1 | 5 |
| Con muchos matones y hierbas no sirve | 1 | 5 |
| Grupo I (Usuarios) (n = 9) | | |
| - En lo duro/rompía no sirve, no queda lo mismo | 6 | 67 |
| - El desgaste de la punta es demasiado | 5 | 56 |
| - El enganche de la vertedera no es seguro | 2 | 22 |
| Grupo II (Arrieros no usuarios) (n = 7) | | |
| - En lo duro/rompía no sirve, no queda lo mismo | 3 | 43 |
| - Demasiado liviano | 3 | 43 |
| Grupo III (Clientes) (n = 6) | | |
| - En lo duro/rompía no sirve, no queda lo mismo | 2 | 33 |

Cuadro 3.

| Hay que cambiarle algo al ARANDINO? (General) | | |
|--|---|----|
| [No sabe: 4] ==> n = 18 | | |
| | N | % |
| - Nada | 3 | 17 |
| - Mejorar la punta | 6 | 33 |
| - Colocar una ballesta | 5 | 27 |
| - Asegurar más el enganche de la vertedera | 4 | 22 |
| - Mayor resistencia del armazón | 2 | 11 |
| - Mayor peso | 1 | 6 |
| - Punta con filos laterales (para cortar raices) | 1 | 6 |

Cuadro 4

| En cuanto a la <u>calidad</u> del trabajo cuál tecnología ocupa el primer lugar, cuál el segundo, tercer y cuarto lugar? | | | | |
|--|---------------------------|----------------------|----------------|----------------------|
| General (n = 23) | | | | |
| | Arado de Vertedera | Arado de Palo | Tractor | A mano (pica) |
| \bar{X} | 2.17 | 2.30 | 2.26 | 3.17 |
| SD | 0.96 | 1.08 | 1.07 | 1.01 |
| Grupo I (usuarios) (n = 9) | | | | |
| \bar{X} | 1.89 | 2.56 | 2.00 | 3.56 |
| Grupo II (arrieros no usuarios) (n = 8) | | | | |
| \bar{X} | 2.88 | 1.38 | 3.00 | 2.75 |
| Grupo III (clientes) (n = 6) | | | | |
| \bar{X} | 1.67 | 3.17 | 1.67 | 3.17 |

Cuadro 5

Nota: Siendo cuatro tecnologías diferentes, el rango de las calificaciones es determinado por 1.0 (mejor calificación, la cual se obtiene si todos los entrevistados escogieron la tecnología como la mejor) y 4.0 (peor calificación). X corresponde al promedio de calificación dada por los agricultores.

Cuál de las 4 tecnologías ocasionan mayor arrastre de tierra (erosión) (n = 23)

| | N | % |
|--|----------|----------|
| Tractor | 14 | 61 |
| Igual, depende de otros factores [pendiente, ejecución de la labor] | 5 | 22 |
| Arado tradicional | 3 | 13 |
| ARANDINO | 1 | 4 |
| A mano (pica) | 0 | 0 |

Cuadro 6

| Cuánto tiempo se gasta para preparar 1 ha? | | | | |
|--|----------|----------------------|---------|------------------|
| | ARANDINO | Arado Tradicional | Tractor | A mano (pica) |
| \bar{X} | 2.7 d | 3.1 d | 5.2 h | 27.5 d |
| SD | 1.4 d | 1.9 d | 2.1 h | 13.1 d |

Cuadro 7

| COSTOS ⁹ (indicados por arrieros y agricultores para 1993) | | | | | |
|---|-----------|----------|----------------------|---------|--------|
| | | ARANDINO | Arado Tradicional | Tractor | A mano |
| Trabajo | \bar{X} | \$7500 | \$6850 | \$4200 | \$1800 |
| | SD | \$ 620 | \$1050 | \$ 300 | \$ 300 |
| Comida | \bar{X} | \$2800 | \$2700 | \$2100 | \$1950 |
| | SD | \$1200 | \$1250 | \$ 750 | \$ 350 |

Cuadro 8

⁹ Por unidad de tiempo, en Pesos Colombianos.

| Porqué no compró el ARANDINO? | | |
|--|----------------|----|
| Grupo II (arrieros no usuarios) | (n = 8) | |
| - No tenía la plata | 4 | 50 |
| - ARANDINO no sirve en rompía | 3 | 38 |
| - Falta un buey/yunta | 3 | 38 |
| - El arado tradicional hacemos en la finca | 2 | 25 |
| - No salgo a trabajar en otras fincas | 2 | 25 |
| ----- | | |
| - Ya no trabajo yo | 1 | 13 |
| - Teniendo un arado que todavía sirve | 1 | 13 |
| - Le falta peso al ARANDINO | 1 | 13 |
| - La punta es enredosa | 1 | 13 |

Cuadro 9

| En promedio, cuántos días/ha. trabajó con la yunta? | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|--------|------|--------------------|------|--------|------|----------------|------|
| Grupo I (Us. arado) (n = 1) | | | | | | | | | | |
| | Arado Tradicional | | | | A R A N D I N O | | | | Total | |
| | En la propia finca | | Afuera | | En la propia finca | | Afuera | | (1 ha.) | |
| | días | ha. | días | ha. | días | ha. | días | ha. | días | ha. |
| 1993 B | 1.1 | 0.35 | 1.3 | 0.42 | 14.3 | 5.30 | 7.3 | 2.70 | 24.0 | 8.77 |
| 1993 A | 2.0 | 0.65 | 1.0 | 0.32 | 10.9 | 4.03 | 7.9 | 2.93 | 21.8 | 7.93 |
| 1992 B | 13.3 | 4.29 | 11.8 | 3.81 | ---- | ---- | ---- | ---- | 25.1 | 8.10 |
| 1992 A | 10.5 | 3.29 | 9.8 | 3.16 | ---- | ---- | ---- | ---- | 20.3 | 6.55 |
| 1991 B | 17.7 | 5.70 | 9.5 | 3.06 | ---- | ---- | ---- | ---- | 27.2 | 8.76 |
| | | | | | | | | | \bar{x} 23.7 | 8.02 |

Cuadro 10

| Grupo II (Arrieros no usuarios) (n = 8) | | | | | | |
|---|--------------------|------|--------|-----------|---------------|------|
| | En la propia Finca | | Afuera | | Total (1 ha.) | |
| | Día | ha. | Día | ha. | Días | ha. |
| 1993 B | 8.5 | 2.74 | 8.0 | 2.58 | 16.5 | 5.32 |
| 1993 A | 11.4 | 3.68 | 6.3 | 2.03 | 17.7 | 5.71 |
| 1992 B | 7.9 | 2.55 | 10.0 | 3.23 | 17.9 | 5.78 |
| 1992 A | 10.7 | 3.45 | 8.3 | 2.68 | 19.0 | 6.13 |
| 1991 B | 8.7 | 2.81 | 9.6 | 3.10 | 18.3 | 5.91 |
| | | | | \bar{X} | 17.9 | 5.77 |

Cuadro 11

Parte 2: Conferencias Especiales

EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS: ANALISIS Y PERSPECTIVAS

César Cardona¹

1. Introducción

Tal como lo expresa Pimentel (1981), el crecimiento actual de la población mundial es tal que se calcula que ésta llegará a ser de 6000 millones de personas en el 2000 y de 10000 a 15000 millones de personas en el año 2100. En los países en desarrollo hasta un 57% de la población será muy joven, 15 años o menos. Lo anterior quiere decir que habrá una creciente necesidad de abastecer de alimentos, fibras y otros productos agrícolas a una masa de población que, a medida que mejoran los sistemas educativos, exigirá un más fácil acceso a los bienes y servicios en busca de un mejor nivel de vida. Grainge et al. (1984) calculan que para mantener la población en el año 2000 será necesario aumentar la producción de cereales, leguminosas y hortalizas en 66, 100 y 75%, respectivamente.

A la necesidad de aumentar la producción agrícola se oponen limitantes de área cultivable y de calidad de suelos, así como las pérdidas causadas por enfermedades, malezas e insectos, las cuales se estiman en 37% de la producción a nivel mundial. Las contribuciones de cada uno de éstos factores bióticos se estiman así: enfermedades, 12%; malezas, 12%, insectos, 13%. Para contrarrestar las pérdidas causadas por insectos, el hombre ha probado una amplia gama de métodos. El presente artículo trata de hacer un análisis del sistema que se ha dado en denominar control integrado de plagas.

2. Métodos de control de plagas: la perspectiva actual

En su lucha contra los insectos, el hombre ha recurrido a una serie de prácticas y estrategias de control que se pueden reunir en cinco grandes categorías: cultural, físico, biológico, químico y genético. Otra forma de clasificar los métodos de control es aquella sugerida por Kogan (1986): métodos de índole preventiva (cultural, físico, biológico, genético) y de índole correctiva (químico).

¹ Entomólogo, Programa de Frijol, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Poco antes de la aparición de insecticidas orgánicos la metodología de control se basaba fundamentalmente en la manipulación de diversas prácticas culturales tales como rotación de cultivos, manipulación de fechas y densidades de siembra, intercalación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha y de socas, control de malezas y otras. Este sistema ha tenido aplicaciones restringidas y su utilidad se ve limitada por las características del o los cultivos que se quieren manipular, la aceptación del agricultor, y la naturaleza misma del insecto que se quiere controlar, pues como se sabe, la mayoría de los insectos no responden a cambios en las prácticas culturales.

Los métodos de control físico (barreras, trampas, manipulación de temperatura y humedad) tienen limitantes grandes que hacen que su utilización actual en la agricultura sea mínima.

El control genético por resistencia varietal a insectos ha recibido creciente atención en los últimos años. Tiene como inconveniente que requiere de un proceso previo de investigación largo y costoso y su aplicabilidad práctica, si bien ha sido exitosa en varios cultivos, dista mucho aún de ofrecer protección integral contra los complejos de insectos que ocurren en los diversos cultivos. Tiene sí un enorme potencial en el diseño de sistemas de manejo integrado de plagas.

Ha habido contribuciones sustanciales del control biológico en la represión de plagas, especialmente en cultivos perennes y semiperennes pero su aplicación en cultivos anuales se ha visto limitada por complejidades y limitaciones intrínsecas dadas por la relación huésped-parasitoide o predator-presa. A pesar de algunas de sus limitaciones, el control biológico constituye una base fundamental de muchos sistemas de MIP exitosos.

La realidad de campo a nivel mundial es que el control de insectos por medio de insecticidas de diversa índole sigue siendo el método de control más utilizado por el hombre. Tal como lo han demostrado Grainge et al (1984), el 43.3% de las acciones de control se hacen con insecticidas. Esta es una cifra promedio que lógicamente enmascara la enorme participación de los insecticidas en la protección de cultivos mayores tales como algodón, arroz, papa, sorgo, maíz, hortalizas. También a nivel mundial las estadísticas demuestran que en vez de disminuir, el consumo de insecticidas ha aumentado (Tabla 1). Es también una verdad que al no existir métodos de control alternativos que sean efectivos, existe una especie de dependencia de los insecticidas. Así, en la Tabla 2 se muestran los niveles de pérdidas estimados en diversos cultivos si no se utilizarán insecticidas.

El uso extensivo y, en muchas ocasiones el abuso, de los insecticidas ha creado una serie de problemas bien conocidos: resistencia, resurgencia, elevación de plagas secundarias a un status de plagas primarias, contaminación del medio ambiente, aparición de residuos en alimentos y riesgos a la salud de productores y consumidores, tal como lo señalan Pimentel (1986) y Metcalf (1986).

3. El manejo integrado de plagas

A partir de los primeros años de la década de los sesenta se creó inquietud en los medios académicos e investigativos sobre la necesidad de disminuir en lo posible la dependencia de los insecticidas. Fue entonces cuando Geier & Clark (1961) formularon el concepto de manejo integrado de plagas. Básicamente, si seguimos la definición oficial de la FAO, encontraremos que el manejo integrado de plagas consiste en utilizar diversos sistemas de control para reducir las poblaciones de plagas a niveles inferiores a aquellos que causan daño económico. Como se ve, parte fundamental de esta definición y del sistema es el concepto del nivel de daño económico, es decir, el nivel de población que causa pérdidas económicas. Recientemente, se encuentra con mayor frecuencia en la literatura el término Umbral de Acción, que es el nivel de población del insecto al cual el costo marginal de control es igual al beneficio marginal de control.

Barfield & Stimac (1980) y Kogan (1986), señalan que los programas de manejo integrado de plagas nacieron como reacción al abuso de insecticidas ocasionado por las llamadas aplicaciones calendario de tipo preventivo. Los sistemas actuales de manejo tratan en cambio de utilizar las aplicaciones de insecticidas de tipo correctivo basadas en un sistema de monitoreo de poblaciones de insectos plagas y benéficos para hacer las decisiones de control con base en el umbral de acción. La idea fundamental es también complementar con el insecticida las deficiencias ocasionales que puedan presentar los métodos de control de naturaleza preventiva, que como ya vimos, son las prácticas culturales, el control biológico, la resistencia varietal y en ocasiones, los métodos denominados físicos.

Hay una serie de características esenciales del manejo integrado de plagas que han sido discutidas por Pimentel (1981): 1) Requiere el conocimiento adecuado de la biología y ecología de las especies de insectos que se manejan; 2) Requiere el conocimiento agronómico del cultivo y la aceptación de que los cultivos tienen capacidad de tolerar niveles de infestación considerables sin sufrir pérdidas económicas apreciables; 3) Requiere el desarrollo de métodos prácticos de muestreo de poblaciones y, si el componente básico es químico, la aplicación del concepto de umbral de acción. Como se ve, la implementación debe estar precedida de un enorme esfuerzo de investigación. Precisamente la falta de más investigación en nuestro medio ha sido una limitante para esta estrategia de control. Otros factores limitantes han sido la falta de comprensión del sistema por productores y la falta de medios de comunicación para transferir y extender la metodología de control necesaria para la implementación.

A continuación se ilustra con un ejemplo la importancia de la investigación en la formulación e implementación de un sistema de MIP.

En 1988, personal del CRECED del ICA con sede en Fusagasugá (Cundinamarca) detectó un serio problema de abuso de insecticidas en habichuela en la Provincia de Sumapaz. En colaboración con el CIAT se iniciaron trabajos encaminados a desarrollar las bases para establecer un programa MIP que permitiera reducir el número de aplicaciones en la zona.

El primer paso fue adelantar un diagnóstico fitosanitario y de uso de agroquímicos. La plaga clave en la zona es la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), y el cultivo es afectado por las enfermedades conocidas como roya, antracnosis, ascochita y oidium.

Las encuestas indicaron que los agricultores han tomado el uso de insecticidas y fungicidas aplicados por calendario en forma rutinaria como un seguro de cosecha. El 100% de los agricultores aplicaba insecticidas cada semana para un total de 11 aplicaciones en 90 días sin tener en cuenta los niveles de infestación ni la edad de la planta. Usan 25 ingredientes activos diferentes, muchas veces aplicados en subdosis o sobredosis, generalmente en mezclas con fungicidas y sin tomar precauciones.

Con base en los datos del diagnóstico se inició un plan de investigación que contempló los siguientes aspectos:

1. Establecimiento de una base cuantitativa para tomar decisiones sobre métodos de control químico, cultural o biológico.
2. Desarrollo de un umbral de acción simple, al alcance de los agricultores, para el control de mosca blanca. Simultáneamente, diseño de prácticas de manejo para las plagas secundarias: minador, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), tierreros y esporádicos comedores de hoja.
3. Evaluación directa de métodos de control alternativos al uso de insecticidas.
4. Formulación de y prueba en campo de una propuesta de manejo integrado para la zona.
5. Evaluación de la propuesta MIP con agricultores por el método de investigación participativa.
6. Desarrollo de una campaña de difusión del sistema.
7. Evaluación del grado de adopción.

Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Las pérdidas causadas por las enfermedades pueden ser hasta del 75%. Estas pérdidas son agravadas por el hecho de que en la zona predomina la siembra de una variedad muy susceptible a los principales patógenos. Este cultivar tiene excelente calidad y no se ha encontrado un sustituto viable. Las pérdidas en rendimiento causadas por la mosca blanca pueden ser hasta del 50%. El minador no es una plaga de importancia económica y las aplicaciones contra este insecto son antieconómicas.
2. Se desarrolló un umbral de acción para mosca blanca basado en la fenología del insecto por la metodología desarrollada por Cardona et al (1991). Este umbral consiste en aplicar cuando el insecto se encuentra en el nivel tres de ataque, es decir cuando aparecen las ninfas de primer instar.
3. Se encontró que de una hectárea de soca pueden emerger hasta 39 millones de adultos de minador y hasta 181 millones de adultos de mosca blanca. De una hectárea de residuos de "poda" (remoción de hojas bajas, práctica generalizada en la región) pueden emerger 5 millones de adultos de minador y 67 millones de adultos de mosca blanca. Se demostró a los agricultores la importancia fitosanitaria de destruir estas fuentes de infestación.
4. Si bien el control natural de mosca blanca está muy deprimido (menos del 1% de parasitismo), el de minador no es tan bajo (hasta 35% de parasitismo) y constituye una ayuda en la represión de esta plaga secundaria.
5. Las trampas amarillas pegajosas atrapan hasta 53000 adultos de mosca blanca por trampa por semana y constituyen un factor de mortalidad adicional.
6. De experiencias anteriores en frijol y otros cultivos se hicieron recomendaciones para el control de tierreros y defoliadores.

Se formuló entonces una propuesta de Manejo Integrado con los siguientes componentes:

- Destrucción de socas y residuos de cosecha
- Aplicación de un insecticida sistémico granulado a la siembra
- Uso de trampas amarilla pegajosas

- Recolección y destrucción de hojas de poda
- Utilización del umbral de acción (nivel tres) para hacer aplicaciones contra mosca blanca
- No hacer aplicaciones contra minador
- Manejo racional de enfermedades con aplicaciones cada 10 días en vez de cada siete
- Usar cebos para tierreros y *Bacillus thuringiensis* para el control de *Trichoplusia* y otros lepidópteros comedores del follaje
- Destrucción inmediata de socas y residuos después de la cosecha

Esta propuesta de manejo fue evaluada en pruebas replicadas en fincas de agricultores de la zona. Los resultados (Tabla 3) indicaron que es posible producir la misma cantidad de habichuela de muy buena calidad con 3-4 aplicaciones (un granular, tres aplicaciones foliares) en contraposición al método tradicional del agricultor (11 aplicaciones). Más importante aún, con reducción de los costos de producción y mejores relaciones beneficio/costo que los agricultores.

La propuesta de manejo fue luego evaluada con los agricultores por el método de investigación participativa (Cardona et al. 1991). Los resultados de nueve ensayos (Tabla 4) confirmaron la viabilidad agronómica y económica (mejores rendimientos, mejores relaciones beneficio/costo) del sistema de manejo integrado propuesto. Posteriormente se hizo una campaña de difusión entre técnicos y agricultores en toda la provincia de Sumapaz. Una encuesta de adopción adelantada en Diciembre de 1992 indicó que hay un grado de adopción muy interesante: el promedio de aplicaciones en la zona se ha reducido de 11 por cosecha a 6.9. Esta cifra puede llegar a ser menor si el ICA mantiene los esfuerzos de difusión entre los agricultores de la zona.

4. Bibliografía

BARFIELD, C. S. & STIMAC, J. L. 1980. Pest management: An entomological perspective. *Bioscience*: 30: 683-689.

CARDONA, C.; PRADA, P.; RODRIGUEZ, A.; ASHBY, J. & QUIROS, C. Bases para establecer un programa de manejo integrado de plagas de habichuela en la provincia de Sumapaz (Colombia). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo No. 86. 78 pp. 1991.

GEIER, P.W. & CLARK, L.R. An ecological approach to pest control. IUNC Symposium. Warsaw. 17: 15-24. 1961.

GRAINGE, M.; AHMED, S.; MITCHELL, W.C. & HYLIN, J.W. Plant species reported possessing pest control properties. A database. Resource Systems Institute, East-West Center, Honolulu. 1984.

KOGAN, M. Plant defense strategies and host-plant resistance. p.83-134 In: *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice* (M.Kogan, ed.) John Wiley & Sons. New York. 1986.

METCALF, R. L. The ecology of insecticides and the chemical control of insects. p. 251 - 297. In: *Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice* (M.Kogan, ed.) John Wiley & Sons. New York. 1986.

PIMENTEL, D., Ed. Handbook of Pest Management in Agriculture, Vols I-III, CRC Press, Boca Raton, FL. 587 pp., 501 pp., and 656 pp. 1981.

PIMENTEL, D. Agroecology and economics. p. 299-319 In: *Ecological Theory and Integrated Pest Management* (M.Kogan, ed.). John Wiley & Sons. New York. 1986.

Tabla 1. MERCADO MUNDIAL DE PLAGUICIDAS
(En millones de Dólares).

| Clase de plaguicidas | 1980 | 1982 | 1985¹ |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Herbicidas | 4891 | 5307 | 6022 |
| Insecticidas | 3916 | 4228 | 4764 |
| Fungicidas | 2199 | 2417 | 2772 |
| Otros | 559 | 654 | 758 |

¹ Estimado.

Tabla 2. PORCENTAJE DE PERDIDAS DEBIDAS A INSECTOS BAJO EL USO ACTUAL DE INSECTICIDAS Y POSIBLES PERDIDAS SI NO SE USARAN INSECTICIDAS (E.E.U.U., 1982).

| Cultivo | Porcentaje CON insecticidas | Porcentaje SIN insecticidas |
|----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Maíz | 12 | 13 |
| Algodón | 19 | 39 |
| Tabaco | 11 | 41 |
| Sorgo | 10 | 19 |
| Soya | 10 | 11 |
| Papa | 14 | 44 |
| Fríjol | 12 | 17 |
| Manzano | 13 | 73 |

Tabla 3. RENDIMIENTOS Y RELACIONES BENEFICIO/COSTO OBTENIDOS CON DOS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE PLAGAS EN HABICHUELA (PROVINCIA DE SUMAPAZ). PROMEDIOS DE CINCO ENSAYOS REPLICADOS.

| Estrategia de control | Número de aplicaciones | Rendimientos (t/ha) | Relación beneficio/costo |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| MIP | 4.3 ^a | 16.5 | 1.39 |
| Agricultor | 9.3 | 13.7 | 1.18 |

^a Un granular a la siembra, 3.3 aplicaciones foliares (promedio de 5 ensayos replicados).

Tabla 4. RENDIMIENTOS Y BENEFICIOS ECONOMICOS OBTENIDOS CON DOS ESTRATEGIAS DE MANEJO COMPARADAS EN FINCAS DE AGRICULTORES POR EL METODO DE INVESTIGACION PARTICIPATIVA. PROMEDIO DE NUEVE ENSAYOS EN LA PROVINCIA DE SUMAPAZ.

| Sistema de manejo | No. de aplicaciones | % de reducción ¹ | Rendimiento (t/ha) | Calidad ² | Relación beneficio/costo |
|-------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|
| MIP | 3.3 | 70.0 | 17.6 | 4.2 | 2.13 |
| Agricultor | 7.6 | 31.0 | 16.6 | 4.4 | 1.85 |

¹ Con respecto al promedio tradicional en la zona (11 aplicaciones)

² En una escala de 1 a 5 (1 = muy mala; 5 = excelente)

PROYECTOS DE MANEJO Y CONSERVACION DE SUELO ADELANTADOS
EN SANTANDER POR CORPOICA

Hernándo Méndez¹

El éxito de la producción agropecuaria depende en gran medida de la productividad de los suelos. Por lo tanto, las técnicas que se requieren para su uso y manejo adecuado son de gran importancia por cuanto garantizan pérdidas mínimas de suelo y de agua, y un menor deterioro de las propiedades del suelo. A continuación se presentan algunos proyectos mediante los cuales la Regional 7 de CORPOICA busca hacer una contribución al manejo adecuado de los suelos en Santander.

1. Proyecto: Manejo de Suelos de Minifundio de Ladera de la Región Andina mediante la Rotación de Cultivos Establecidos en Franjas

Objetivo

Determinar el mejor sistema de manejo de suelo (tipo de labranza, rotación de cultivos en franja) que minimice las pérdidas de suelo y agua y que sostenga o incremente la productividad de los suelos de esta región.

Metodología

El experimento está localizado en el municipio de Rionegro (Santander). El lote seleccionado presenta una pendiente uniforme del 65% con una extensión de 9000 m².

El área experimental (9000 m²) se dividió en seis franjas, separadas cada una con barreras vivas de caña (Puerto Rico 61632). Al iniciar el experimento la primera franja de suelo se cultivó con frijol, la segunda con maíz, la tercera con

¹ Agrólogo. Coordinador Grupo Sistemas de Producción. CORPOICA. Regional 7. Bucaramanga.

yuca, la cuarta con cítricos, la quinta con cacao y la sexta corresponde a bosque. La rotación de cultivos se realizará entre las tres primeras franjas ocupadas con cultivos transitorios. La pérdida de suelo se determinará mediante microparcelas de escorrentía (2 x 2m) ubicadas en cada franja. Este experimento se estableció en abril de 1992.

Resultados

En la tabla 1 se presentan los datos de producción por franja y rotación de cultivos.

De acuerdo con estos resultados, es importante destacar:

- La producción de frijol tiende a incrementarse, debido en parte, al efecto de rotación como consecuencia de un mejor aprovechamiento de los nutrientes provenientes de la descomposición del mulch de maíz, como también por el efecto del manejo adecuado de las propiedades físicas del suelo mediante las operaciones de labranza mínima.

Esta misma tendencia también la muestra a través del tiempo y del espacio el cultivo de maíz.

- La yuca (moradilla) sembrada con mínima labranza produjo en promedio 16,974 Kg/ha.
- La franja sembrada con yuca intercalada con maíz produjo excelentes resultados en cuanto a producción de maíz (2,079 Kg/ha.) a la vez protegió al suelo contra los procesos erosivos. Igualmente se observa (tabla 1) que la producción del maíz intercalado es similar a la obtenida al sembrarlo en monocultivo (2,100 Kg/ha.).

La pérdida de suelo que se presenta como consecuencia de la explotación agrícola, es uno de los parámetros más importantes que se tienen en cuenta como decisivos en las recomendaciones para su manejo. En la tabla 2, se observan las pérdidas de suelo causados por erosión hídrica en cada una de las franjas.

Durante el primer ciclo de cultivo se observa, que con una precipitación acumulada de 334 mm, la mayor pérdida de suelo se presenta en las franjas cultivadas con cacao (765 grs.), maíz (621 grs.) y frijol (484 grs.), y las más bajas en bosque y cítricos. Sin embargo, tal como lo muestran estos datos las pérdidas

de suelo inicialmente son bajas (2 toneladas de suelo por hectárea aproximadamente). Es de anotar que estas pérdidas de suelo tienden a aumentar con el uso de suelo, aún utilizando mínima labranza para cultivar el maíz, frijol o yuca. Una tendencia opuesta de pérdida de suelo se presenta con los cultivos permanentes como es el cacao donde inicialmente se presentó una pérdida de 785 grs. de suelo para luego disminuir hasta 230 grs. Las pérdidas de suelo de la franja sembrada con cítricos tendieron igualmente a disminuir.

Es importante aclarar que las pérdidas de suelo reportadas en este informe son sustancialmente bajas comparadas con las obtenidas en otras regiones.

Referente al cambio de algunas propiedades químicas del suelo analizadas antes de la siembra de frijol y maíz, y después de la cosecha de los mismos cultivos, se encontró (tabla 3) una disminución en la acidez del suelo, disminución de materia orgánica, aumento de fósforo en la franja cultivada con frijol y disminución en la de maíz (probablemente debido a sus mayores requerimientos). Los niveles de calcio, magnesio y potasio tienden a permanecer constantes.

Los datos de pérdida de suelos, variaciones de contenido de nutrientes y producción de cultivos reportados en este estudio, son parámetros importantes que definen en gran medida la sostenibilidad de una explotación.

Proyección

Se espera recolectar información de tres ciclos de rotación. Igualmente se está estudiando la posibilidad de establecer este experimento en otras zonas agroecológicas con el fin de dar una mayor cobertura regional dada la problemática que se presenta en el manejo de las microcuencas.

2. Proyecto: Manejo de Suelos Mediante el Empleo de Coberturas Vegetales en Suelos de Santander. Subproyecto: Manejo de Suelos mediante el Empleo de Coberturas Vegetales en Cultivos de Guanabano

Los suelos de la subregión natural montaña santandereana, presentan los mayores riesgos y problemas de degradación y erosión, situación originada por el establecimiento de cultivos en pendientes superiores al 60%, sin prácticas adecuadas de manejo que reduzcan o minimicen las pérdidas de suelo.

Objetivos

Evaluar el efecto de diferentes coberturas vegetales vivas sobre la conservación y recuperación de las propiedades físicas y químicas del suelo y en la productividad de los cultivos prioritarios.

Metodología

Localización

Municipio de Lebrija, vereda La Puente.

Fecha de siembra: Mayo de 1992.

Tamaño de las parcelas: 30 m x 20 m

Distancias de siembra de coberturas vegetales y variedades.

Frijol: 0.60 m. entre surcos y 0.10 m entre plantas. Variedad Radical.

Maíz: 0.90 m. entre surcos y plantas. Variedad ICA 304

Auyama: 2.50 m. entre surcos y plantas. Variedad regional.

Cultivo principal: Guanábano sembrado a distancia de 7m x 7m. Guanábano tipo dulce.

Las coberturas vegetales vivas se siembran entre las calles del cultivo de guanábano previo control de malezas.

Resultados

En la tabla 4 se presentan los datos de producción de las coberturas vegetales vivas. Como se observa, los cultivos tuvieron su desarrollo y producción excelentes. Igualmente es importante señalar que la producción para cada cultivo se sostiene en el tiempo y en el espacio, debido en buena parte a las condiciones de manejo de suelo y al reciclamiento de los nutrientes originado permanentemente por la descomposición de la biomasa del cultivo anterior.

En la tabla 5, se observan los resultados de los análisis de suelos obtenidos antes y después de dos siembras de frijol y de ahuyama. De estos datos es importante destacar la disminución del grado de acidéz del suelo, así como el incremento del contenido de materia orgánica, de fósforo, calcio y magnesio. Igualmente se observa un incremento mayor del nivel de fertilidad del suelo después de dos siembras de frijol que luego de igual número de siembras con ahuyama, lo cual se debe al menos en parte a sus elevadas exigencias nutricionales que su descomposición no retorna al suelo.

Estos resultados preliminares de investigación señalan algunos parámetros de importancia que se deben evaluar para determinar la sostenibilidad de la actividad agrícola, que para el presente caso está dada por diferentes cantidades de los nutrientes que requieren los cultivos estudiados y que al final en parte son devueltos al suelo como producto de la descomposición de los residuos de cosecha.

Proyección

Se recomienda establecer este proyecto de suelos con pendientes superiores a la del presente estudio, igualmente en zonas agroecológicas modales, para lograr mayor cubrimiento con esta investigación.

3. Proyecto: Evaluación de Sistemas de Labranza y Producción de Cultivos en Suelos del Area Tabacalera de Santander

El manejo inadecuado de los suelos en la zona tabacalera de Santander, ha ocasionado el deterioro de su productividad. El sobrelaboreo ha propiciado cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. De la misma forma se han acentuado los problemas de compactación del suelo, lo cual está provocando reducciones importantes en el desarrollo y producción de los cultivos.

Objetivos

Evaluar el efecto de diferentes operaciones de labranza en la conservación y recuperación de las propiedades físicas y químicas del suelo y sobre la producción del cultivo de tabaco.

Metodología

El experimento está localizado en el C.R. El Artesanal, municipio de Enciso. El suelo seleccionado para el estudio es recién incorporado a la actividad agrícola, condición indispensable para medir los cambios de sus propiedades físicas y químicas que pueden ocasionar los tratamientos de labranza.

Los tratamientos de labranza incluyen la actividad tradicional del agricultor (3 aradas con tractor) comparada con otros que tienden a disminuir el número de aradas (dos a una arada) y surcado con tractor, bueyes y a mano. La variedad de tabaco rubio empleada fué la ICA TI-70, sembrado a 1.20 m entre surcos y 0.40m entre plantas.

Resultados

Los datos de producción de tabaco seco promedio de dos tratamientos, aparecen en la tabla 6. De los resultados es importante destacar:

- La mayor producción de tabaco rubio, se obtiene con tres aradas con tractor (2,361 Kg/ha.). Sin embargo, este tratamiento es el que más altera la densidad aparente del suelo (lo compacta), de esta forma la densidad en los primeros 15 cm. de profundidad del suelo, durante los dos primeros semestres se aumentó de 1.50 gr./cc a 1.60 gr./cc. y posteriormente se incrementó, por efecto de la preparación del suelo para la segunda siembra, a un valor de 1.70 gr./cc. a una profundidad entre 15 y 30 cm.

El aumento de la densidad aparente, es el reflejo del proceso de degradación del suelo, el cual se manifiesta en su compactación, disminución en su capacidad de aireación y en un drenaje deficiente. Por consiguiente en un futuro cercano el desarrollo de los cultivos se verá seriamente afectado.

- Con la preparación del suelo mediante una o dos aradas de tractor, se lograron producciones de 1,820 Kg/ha. y 1,898 Kg/ha. de tabaco seco, los cuales superan al promedio regional. Con estos tratamientos a corto plazo el problema de compactación no es tan grave como en el primer caso descrito. Sin embargo la tendencia es a aumentar la densidad aparente en los primeros 30 cms. de profundidad del suelo (de 1.48 grs/cc. a 1.57 grs/cc.)
- La producción de tabaco obtenida al preparar el suelo con dos aradas con bueyes, estadísticamente es similar a la obtenida con una o dos aradas con tractor y ligeramente inferior (426 Kg/ha.) a la de tres aradas con tractor. Este resultado es de gran importancia porque implica una disminución de los costos de producción y la conservación de las propiedades físicas del suelo, cuya densidad aparente no presenta variaciones. A una profundidad de 15 cms. la densidad permaneció constante en el transcurso de un año con un valor de 1.45 grs./cc. y a una profundidad de 30 cms. con un valor de 1.44 grs./cc. Esta tendencia de la densidad aparente de permanecer

constante permite suponer que las propiedades del suelo asociadas con la porosidad, el intercambio gaseoso y el movimiento de agua, representaron un medio ideal, para sostener la productividad y producción de los cultivos a través del tiempo.

- Respecto a la operación de surcado, la mayor producción (2,239 Kg/ha.) se obtuvo realizándola con azadón, con lo cual se evita el ingreso de maquinaria a los lotes y por lo consiguiente se disminuye el riesgo de compactación.

Proyección

En este proyecto se buscará adicionalmente obtener información sobre la resistencia a la penetración de raíces, la conductividad hidráulica y sobre el comportamiento de la población microbiana.

Durante el semestre pasado (1993 B) se ha establecido un cultivo de maíz en el mismo lote.

Tabla 1. ROTACION DE CULTIVOS ESTABLECIDOS EN FRANJAS EN SUELOS DE LADERAS

| Semestre | 1992A | | 1992B | | 1993A | |
|----------|----------|-------------------|----------|-------------------|-----------|-------------------|
| Franja | Cultivo | Producción Kg/ha. | Cultivo | Producción Kg/ha. | Cultivo | Producción Kg/ha. |
| 1 | Frijol | 860 | Maíz | 1362 | Frijol | 1210 |
| 2 | Maíz | 1071 | Frijol | 1300 | Yuca/Maíz | 2079 (Maíz) |
| 3 | Yuca | * | Yuca | 16974 | Maíz | 2100 |
| 4 | Cítricos | * | Cítricos | * | Cítricos | * |
| 5 | Cacao | * | Cacao | * | Cacao | * |
| 6 | Bosque | ---- | Bosque | ---- | Bosque | ---- |

* No ha empezado ciclo de fructificación

**Tabla 2. PERDIDA DE SUELO POR mm. DE LLUVIA EN CULTIVOS EN FRANJAS DE LADERA
PARCELAS DE ESCORRENTIA DE 2 m X 2 m**

| Franja | Cultivo | Suelo Erodado g/4m ² -334mm. | Cultivo | Suelo Erodado g/4m ² -174m. | Cultivo | Suelo Erodado g/4m ² -330mm |
|--------|----------|---|----------|--|----------|--|
| 1 | Maíz | 621 | Soca | 524 | Frijol | 1711 |
| 2 | Frijol | 484 | Soca | 245 | Yuca | 1084 |
| 3 | Yuca | 299 | Yuca | 385 | Maíz | 705 |
| 4 | Cítricos | 143 | Cítricos | 132 | Cítricos | 195 |
| 5 | Cacao | 765 | Cacao | 360 | Cacao | 230 |
| 6 | Bosque | 76 | Bosque | 20 | Bosque | 15 |

Tabla 3. ANALISIS DE SUELO ANTES Y DESPUES DE UN CICLO DE CULTIVO DE FRIJOL Y MAIZ

| Cultivo | Epoca Análisis* | pH. | M.O. % | P (ppm) | Meq/100 ML Suelo | | | |
|---------|-----------------|-----|--------|---------|------------------|------|------|------|
| | | | | | Al | Ca | Mg | K |
| Frijol | A.S. | 5.2 | 4.3 | 2 | 1.2 | 6.10 | 2.41 | 0.12 |
| | D.C. | 5.8 | 2.6 | 6 | --- | 5.32 | 2.10 | 0.10 |
| Maíz | A.S. | 5.1 | 4.0 | 3 | 1.3 | 3.70 | 1.83 | 0.10 |
| | D.C. | 5.7 | 1.9 | 1 | --- | 4.07 | 2.14 | 0.10 |

- * A.S.: Antes de Siembra
- * D.C.: Después de Cosecha

Tabla 4. PRODUCCION DE TRES COBERTURAS VEGETALES VIVAS INTERCALADAS EN EL CULTIVO DE GUANABANO. LEBRIJA 1993.

| Cobertura Vegetal | 1992A | 1992B | 1993A |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Producción Kg/ha. | Producción Kg/ha. | Producción Kg/ha. |
| Frijol | 1,390 | 1,880 | 1,319 |
| Maíz | ----- | 2,350 | 2,980 |
| Auyama | 31,416 | 55,300 | 51,660 |

Tabla 5. CAMBIOS EN LA PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE ESTABLECER LAS COBERTURAS VEGETALES

| | pH. | M.O. (%) | P (ppm) | Al (meq/100grs. suelo) | Ca (meq/100grs. suelo) | Mg (meq/100grs. suelo) | K (meq/100grs. suelo) |
|----------------|--------------|----------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| ESTADO INICIAL | 4.5 | 1.0 | 6 | 2.0 | 1.5 | 0.30 | 0.26 |
| FRIJOL | 1er. Siembra | 5.6 | 1.7 | 11 | --- | 2.62 | 0.72 |
| | 2da. Siembra | 5.3 | 1.7 | 75 | 0.3 | 5.06 | 0.89 |
| AHUYAMA | 1er. Siembra | 5.8 | 1.3 | 18 | --- | 3.37 | 0.65 |
| | 2da. Siembra | 4.8 | 2.2 | 31 | 0.9 | 2.75 | 0.57 |

Tabla 6. EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE LA PRODUCCION DE TABACO RUBIO 1992B - 1993A. PROMEDIO DE DOS EXPERIMENTOS

| Labranza | Producción Kg/ha. | Surcado | Producción Kg/ha. |
|---------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| Tres aradas tractor | 2,361 a* | Manual | 2,239 a |
| Dos aradas tractor | 1,898 b | Tractor | 1,912 b |
| Una arada tractor | 1,820 b | Buey | 1,859 b |
| Dos aradas bueyes | 1,934 b | | |

* Promedio con igual letra no son significativamente diferentes.

CONSERVACION DE SUELOS EN YUCA

Karl Muller-Sämman¹
Martin Ruppenthal¹
Jesús A. Castillo¹

Resumen

Gran parte de los suelos de la zona Andina se ve seriamente afectada por procesos de la erosión hídrica. Existe la necesidad de desarrollar sistemas de producción mas sostenibles para zonas de ladera. Los problemas son especialmente graves, si los cultivos se siembran en suelos ya degradados; caso que ocurre con frecuencia con la yuca que por su alta tolerancia a factores de estrés, todavía puede producir rendimientos razonables en condiciones en los cuales otros cultivos ya no son rentables. Ensayos en lotes de producción y en parcelas de escorrentía con suelos ácidos de tipo Inceptisoles, permitieron caracterizar diferentes sistemas de cultivo y componentes de conservación con respecto a su potencial de controlar erosión y su productividad. Los resultados obtenidos muestran que en cultivos solos de yuca en un año fácilmente se pueden perder entre 15 y 50 ton. de suelo/ha en pendientes entre el 10 y el 15%. Prácticas para reducir la erosión incluyen el abonamiento adecuado del cultivo, labranza mínima, caballones, altas densidades de siembra, la selección de estacas sanas y de variedades con un rápido desarrollo inicial. Mediante el sistema de intercalar yuca con leguminosas forrajeras de alta persistencia se pudo reducir la erosión a niveles tolerables entre 2-4 ton./ha. a partir del segundo ciclo de la yuca. En el primer ciclo el desarrollo de leguminosas como Zornia glabra, Centrosema acutifolium y Centrosema macrocarpum que produjeron entre 2-4 ton. de materia seca por hectárea, no fue suficientemente rápido para evitar erosión durante el desarrollo inicial de la yuca. Solamente Chamaecrista rotundifolia fue capaz de cubrir los suelos en un 35% a los dos meses y en un 90% a los 3 meses sin afectar los rendimientos de manera significativa. Barreras densas con pastos Vetiveria zizanioides redujeron la erosión a niveles entre 1-3 ton./ha., causando reducciones mínimas en los rendimientos. Para combatir la erosión se puede recomendar la siembra de barreras vivas con pastos y/o la siembra de mezclas de leguminosas forrajeras en franjas de tres o cuatro surcos.

¹ Agrónomos. Proyecto Especial de Conservación de Suelos. CIAT. Programa de Yuca. Universidad de Hohenheim (Alemania).

1. Introducción

El Fenómeno de la Erosión

En laderas siempre ha existido un proceso natural de erosión hídrica, pero bajo cobertura natural y sin interferencia del hombre, existía un balance entre la erosión y la formación de suelos.

Este equilibrio fácilmente se pierde con la intensificación del uso de las tierras. Hoy en día las cuencas hidrográficas montañosas son las que más sufren de procesos erosivos. Son regiones donde, por lo general, viven agricultores con pocos recursos económicos y donde hay una alta presión demográfica.

En estas áreas con frecuencia se puede observar una gran discrepancia, entre lo que es el uso actual y el uso adecuado de la tierra, que en muchos casos sería el cultivo de plantas perennes y/o de bosques para proteger las fuentes de agua y los suelos.

A causa de esta discrepancia se presentan problemas graves de degradación de los suelos por erosión, que llevan a inundaciones en las partes bajas, pérdida de la capacidad de los suelos de retener las aguas de las lluvias, fenómenos de sequía, pérdida de la capa fértil y de la productividad de los suelos (Figura 1). En consecuencia los ingresos por unidad de tierra y/o por jornal de trabajo, disminuyen y dan apertura a un círculo vicioso con ampliación de las áreas de producción y reducción de los ciclos de rastrojo, acelerando así el proceso en el cual el agricultor cada vez tiene menos recursos disponibles para invertir o para contrarrestar las consecuencias negativas de su actividad agropecuaria (Gil 1979, Pfeiffer, 1990).

Para el agricultor no siempre es fácil darse cuenta de la magnitud del problema, porque la pérdida de 2 ó 4 mm. de suelo por erosión laminar, no resulta en síntomas graves de erosión en la superficie, ni afecta la productividad a corto plazo.

Por otro lado, es claro que estos niveles de erosión que fácilmente pueden ocurrir en un cultivo anual y los cuales corresponden a una pérdida de 20-40 ton. de suelo seco/ha y año, superan ampliamente los niveles de la regeneración natural. En la actualidad los efectos desastrosos de este fenómeno se ven en muchas partes del mundo y en especial en zonas montañosas en las cuales los suelos tienden a ser poco profundos.

El Problema

En el caso del Valle (geográfico) del Alto Cauca (en los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca), área en la cual se adelantaron la mayoría de los ensayos presentados, de 1.8 millones de hectáreas que corresponden a suelos de laderas, más de 100,000 ha presentan erosión crítica (Suárez, 1984). En las laderas de la región del norte del Departamento del Cauca, el proceso de erosión ha llevado a la pérdida casi completa de la capa de cenizas volcánicas que antes cubrieron el área (Suárez, 1982). La mayoría de dichos suelos presentan diferentes grados de degradación y constituyen la base actual de las actividades agropecuarias (Hurtado y Rubiano, 1992).

Son circunstancias en las cuales los cultivos transitorios pueden causar mucha erosión porque el desarrollo de las plantas es más lento, la cobertura vegetal menos densa y los suelos degradados son más susceptibles a la erosión (CIAT, 1993).

El Cultivo de la Yuca

Este también es el caso de la yuca, la cual a causa de su alta tolerancia a factores de estrés ambiental, se encuentra con frecuencia en estas condiciones en suelos ácidos, pobres y degradados, reemplazando a otros cultivos más exigentes como maíz o frijol.

La capacidad de la yuca de producir rendimientos seguros todavía, cuando otros cultivos ya están fallando (Tabla 1), la convierten tanto en una consecuencia como en una causa de la erosión en laderas (Lal, 1987; Siebert y Belsky, 1990).

La Tabla 2 ilustra por ejemplo, como la fertilidad de un suelo incide en la producción de hojarasca de la yuca, que a su vez juega un papel importante en la protección del suelo contra la erosión. En un suelo poco fértil la yuca se mantiene, pero pierde gran parte de su capacidad de proteger el suelo.

La rusticidad del cultivo ha contribuido a que el área cultivada en yuca, a pesar de los precios pocos atractivos para el agricultor, se ha aumentado levemente en los departamentos de Santander y Cauca, así como en Colombia en general (Tabla 3, URPA, 1993). Esta tendencia muy probablemente se mantendrá en el futuro porque cada día hay más suelos afectados por los procesos de degradación.

En cuanto a la erosión, el riesgo es especialmente alto en los primeros dos a tres meses, cuando la cobertura del suelo, suministrada por la yuca es insuficiente para proteger el suelo del impacto de las intensas lluvias tropicales (Figura 2).

Como se ve en la Tabla 4, los niveles de erosión en un cultivo de yuca en laderas pueden ser bastante altos. En un ensayo de Howeler (1984) en Mondomito, Cauca, alcanzaron valores hasta 106 toneladas de suelo en 10 meses en una pendiente del 25%, correspondiendo a una pérdida de 17 toneladas de suelo seco por tonelada de yuca cosechada.

También se puede observar en la Tabla 4, que eso no tiene que ser así, si se aplican las prácticas adecuadas que permitirían reducir la erosión a niveles tolerables en pendientes del 10% (CIAT, 1993).

Si bien es cierto, que lo ideal sería dejar de sembrar cultivos transitorios como la yuca en pendientes con más del 12-20% de pendiente, también parece cierto que eso, tal vez con algunas excepciones locales, no es una opción factible en un futuro cercano y existe la necesidad urgente de desarrollar e implementar sistemas de producción mucho más sostenibles para zonas de ladera.

En este proceso no es necesario comenzar en cero. En trabajos adelantados por el CIAT y por otras instituciones en los años pasados, fue posible identificar técnicas y medidas que permiten una mejor conservación de suelos (Tabla 5), las cuales incluyen prácticas como labranza mínima, la siembra en caballones, altas densidades de siembra, abonamiento adecuado, cultivos intercalados y otras técnicas de las cuales se presentarán algunos resultados más adelante.

2. Materiales y Métodos

Los trabajos se realizaron tanto en lotes de agricultores de la región como en lotes de la estación experimental en Santander de Quilichao (STQ), colaborando con grupos de productores y/o instituciones oficiales como la CVC (Corporación Autónoma Regional del Cauca) y organizaciones no gubernamentales como FIDAR (Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola) y CETEC (Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesoría Técnica).

Las lluvias promedias anuales en el área de trabajo que comprende los Municipios de Santander de Quilichao, Mondomito (MO), Buenos Aires, Caloto y Caldono, varían entre 1,600 mm y 2,400 mm y son de carácter bimodal, con lluvias máximas en los

meses de Abril/Mayo y en Octubre/Noviembre. Durante el período de los ensayos fueron menos abundantes.

Según Reining (1992) entre los años 1987 y 1989, el 35% de las lluvias fueron de carácter erosivo con intensidades superiores o iguales a 25 mm/ha y alrededor de 7% de carácter muy erosivo con intensidades iguales o superiores a 75 mm/ha.

Los suelos de ladera de la región son de carácter ácido o muy ácido con pH entre 4.3 (Santander) y 4.8 (Mondomo) y con niveles muy bajos en fósforo disponible (1.5-4 ppm P Bray II). Muestran buenos niveles de infiltración y contenidos altos de materia orgánica. El suelo en Santander de Quilichao fué clasificado como Isohyperthermic Oxic Dystropept y el de Mondomo como Isothermic Oxic Humitropept.

En cuanto a la erodabilidad, presentan niveles intermedios de susceptibilidad a la erosión hídrica con factores de K entre 0,10 y 0,18; determinados en el campo con parcelas estándares, según Wischmeier y Smith (1978).

Para las mediciones y comparaciones de los niveles de erosión hídrica de suelo, se utilizaron parcelas de escorrentía de 22.1 m de largo por 8 m de ancho para el control (testigo) y de 16 m de largo para los demás tratamientos. El suelo erosionado y depositado en un canal en la parte inferior de las parcelas fué recolectado, secado y pesado después de cada evento erosivo. En STQ las parcelas las cuales estaban agrupadas en un diseño de bloques al azar, tuvieron pendientes uniformes entre 7-13% y en Mondomo entre 13-20% con dos y tres replicaciones respectivamente.

Los resultados del ensayo con leguminosas intercaladas se obtuvieron con parcelas de 36 m² con leguminosas intercaladas entre los surcos de yuca a 1 m de distancia entre hileras y 25 cm entre plantas o sitios de siembra. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con 2 densidades de siembra (factor A), dos variedades (factor B) y leguminosas (factor C) y cuatro replicaciones para un total de 144 parcelas.

Los resultados del comportamiento de variedades de yuca se obtuvieron con parcelas de 25 m² y tres replicaciones en un diseño de bloques al azar en Mondomo (1450 m.s.n.m.). El porcentaje de cobertura se midió con un marco de ángulos perforados (Stocking, 1988).

Para la caracterización de los sistemas radiculares de pastos y leguminosas se utilizaron calicatas con vidrios acrílicos y potes grandes de barriles de petróleo con mezclas de suelo y arena 2:1.

3. Resultados

Como ya se mencionó el desarrollo lento y la baja cobertura inicial de la yuca es uno de los factores que más inciden en la erosión relacionada con este cultivo (Figura 2).

En evaluaciones de germoplasma del CIAT en Mondomo/Cauca se pudo mostrar que existen grandes diferencias entre las variedades, algunas de ellas cubriendo el suelo hasta 22.5% a los dos meses, mientras otras solo dieron el 5% de cobertura en el mismo tiempo (Figura 3).

Estas diferencias genotípicas se pueden tomar en cuenta si se recomiendan variedades para zonas de ladera, pero existen también otros factores que interfieren en la selección de variedades como por ejemplo rendimiento, calidad, resistencia a plagas y la disponibilidad de variedades que pueden limitar la aplicación de este criterio. Además en suelos pobres y/o en zonas frías ni las variedades más vigorosas logran proteger el suelo en los primeros tres meses.

Otro factor que influye en la cobertura y en la protección del suelo contra la erosión es la selección de estacas sanas que garantizan un mejor desarrollo de la yuca. En un ensayo con agricultores en Buenos Aires (Cauca), con estacas seleccionadas y tratadas se logró una cobertura de 22.5% a los tres meses, mientras con estacas locales y sin tratar la cobertura a los tres meses fue solamente el 12.1% (Tabla 6).

En parcelas de escorrentía, se pudo demostrar la eficacia de algunas prácticas culturales para reducir la erosión a niveles aceptables. En Mondomo, Cauca, por ejemplo la siembra de barreras vivas de Pasto Elefante y de Pasto Vetiver cada ocho metros, redujo la erosión a 0.7 y 2.6 ton./ha. Resultados similares se obtuvieron con leguminosas forrajeras intercaladas y con yuca sembrada en caballones (Tabla 7), mientras en yuca sola las pérdidas alcanzaron un nivel promedio de 16,4 ton./ha en 1991 y 1992.

El Uso de Leguminosas Forrajeras para Combatir Erosión en Cultivos de Yuca en Laderas

Una vez establecido que con leguminosas forrajeras intercaladas se puede reducir la erosión a niveles tolerables, además producir forraje para animales domésticos y probablemente mejorar las características productivas de los suelos, se iniciaron ensayos para identificar leguminosas con un rápido desarrollo inicial.

Como se puede ver en la Tabla 8, de 14 leguminosas tolerantes a condiciones de acidez y a bajos niveles de fósforo, cinco especies lograron cubrir el suelo en aproximadamente un 50% a los cuatro meses (Centrosema brasilianum, CIAT No. 5234; C. macrocarpum 5713; C. acutifolium 5277 y Galactia striata 964). Sin embargo, no todas fueron tenidas en cuenta para los ensayos en lotes de producción por considerarlas demasiado agresivas para acompañar la yuca. Ese fué el caso con C. brasilianum y C. macrocarpum por enredarse demasiado en el tallo de la yuca.

Las leguminosas fueron sembradas al mismo tiempo con la yuca para evaluar su comportamiento como cobertura, su producción y su efecto competitivo.

En cuanto a la cobertura, solamente frijol y caupi contribuyeron un porcentaje significativo en el primer mes (10.9%), mientras las leguminosas forrajeras, sembradas a 1 m x 0,25 m, contribuyeron con una cobertura de 0.1 - 2.3% al mes y entre 0.7 y 4.1% a los dos meses. Solamente a los 5 meses alcanzaron niveles de cobertura por encima del 20% con Galactia striata, Zornia glabra y Centrosema acutifolium.

Sin embargo, se pudo observar un efecto de sedimentación en la parte superior de las leguminosas debido a que estaban sembradas en surcos atravesados.

En el segundo ciclo solamente en yuca sola y en yuca con caupi (Vigna unguiculata), se efectuó una labranza, mientras en los lotes de yuca con leguminosas forrajeras se hicieron cajuelas entre los surcos de las leguminosas para sembrar yuca.

Las leguminosas fueron cortadas antes de sembrar la yuca y con excepción de Macroptilium g. y Zornia latifolia, el rebrote fue rápido y vigoroso. Al mes las microbarreras fueron capaces de cubrir los suelos en forma significativa, contribuyendo así al control de la erosión.

Como se pudo ver en la Tabla 9 las reducciones de rendimiento en yuca, causadas por algunas leguminosas, siguieron las mismas tendencias en los dos ciclos. Galactia striata fue la leguminosa más competitiva en ambos ciclos, mientras que Zornia glabra produjo más forraje y sin embargo menos competencia.

La competencia fue más severa en el segundo año porque fue un año seco y además intervino el efecto de la labranza mínima, lo cual fue en el orden del 25% (datos no presentados) y una mayor producción de forraje.

Arachis pintoi no produjo forraje bajo las condiciones dadas en Santander de Quilichao, pero a partir del segundo ciclo formó un colchón entre las hileras de yuca controlando la erosión y causando poca competencia. Para las leguminosas con producciones significativas de biomasa los niveles de competencia fueron en el orden del 20-30% en el primer ciclo y del 30-50% en el segundo ciclo, con labranza mínima.

Hubo mayor producción de forraje con bajas densidades de yuca ($\pm 30\%$) y con variedades con poco follaje ($\pm 30\%$) y especialmente en el segundo año (ciclo 92/93), hubo una correlación negativa entre la producción de biomasa de leguminosas y los rendimientos de la yuca, la cual fue más pronunciada con 15,000 plantas de yuca/ha ($r = -0,64$) que con 10,000 plantas/ha ($r = -0,48$). Además se observó que algunas leguminosas aparentemente tuvieron un efecto sobre los daños causados por el chinche de la yuca y por la chiza, dos plagas de importancia económica en la región del Norte del Cauca (Tabla 10). Centrosema acutifolium redujo la presencia del chinche y en parcelas con Galactia striata, hubo menos presencia de la chiza, mientras con Stylosanthes capitata ambas plagas presentaron altos niveles. Es necesario obtener datos de otro ciclo para confirmar estas observaciones.

Considerando los niveles bastantes altos de competencia en estos sistemas de producción y tomando en cuenta que no siempre es fácil establecer las leguminosas, este sistema probablemente solo puede ser aceptable para agricultores que tengan un buen uso para las leguminosas o para agricultores que quieren establecer leguminosas mediante este sistema y después reemplazar la yuca con un pasto para obtener pasturas más productivas. Para agricultores que no tengan escasez de forraje ni la intención de establecer potreros, el costo de control de erosión es muy alto y en consecuencia el sistema es poco atractivo. Por eso se siguió buscando nuevos forrajes con más cobertura inicial, o sea con mejor protección del suelo en el primer ciclo y además con menos competencia a la yuca.

La Figura 4 muestra los resultados más interesantes de un ensayo exploratorio, con 22 plantas diferentes en Santander de Quilichao.

En este ensayo se destacaron dos especies por su alto potencial de cubrir los suelos muy rápidamente. Chamaecrista rotundifolia, CIAT No. 8990 y unas accesiones de Mijo forrajero (Pennisetum glaucum).

Sembradas en surcos entre hileras de yuca, distanciadas a 1 m las cuatro accesiones de Mijo, cubrieron el suelo en casi 80% en solo dos meses.

Chamaecrista rotundifolia dió 35% de cobertura a los 2 meses y más del 90% a los tres meses. Estos niveles fueron mucho más altos que los valores obtenidos con otras leguminosas y este nivel se mantuvo durante todo el ciclo vegetativo de la yuca. Sin embargo la competencia causada por la leguminosa que alcanzó a producir 4.5 ton MS/ha en diez meses fue mínima y no superó los niveles de competencia causada por Chamaecrista kunthiana, leguminosa que produjo solamente 344 kg de materia seca/ha.

Este resultado fue muy sorprendente porque se salía de la regla en cuanto a que una mayor cobertura y producción de biomasa también significa niveles más altos de competencia, como fué el caso de los Mijos forrajeros, los cuales produjeron entre 3-5 ton/ha. de materia seca en solo dos meses, reduciendo los rendimientos de yuca a la mitad de su nivel sin competencia.

Mediante la siembra de dos especies contrastantes, en cuanto a su competencia con la yuca, en potes grandes de 55 galones y descubriendo su sistema radicular, se logró entender parte de este comportamiento.

Mientras que Galactia striata, leguminosa vigorosa con altos niveles de competencia, formaba un sistema radicular muy extendido y denso, exhibiendo un hábito erecto, semivoluble y con hojas verdes, abiertos y activos aún en períodos de estrés por agua, Chamaecrista rotundifolia invadió rápido el espacio superficial. Formó pocas raíces y en consecuencia tuvo que reaccionar rápidamente, cerrando las hojas en períodos de estrés por agua para poder sobrevivir con esta estrategia.

En cuanto a su competencia por agua la primera planta compite y sobrevive extrayendo agua con su sistema radicular muy poderoso, mientras la otra (Chamaecrista) aparentemente tiende a reducir el consumo en tiempos críticos, dejando así más de este recurso para cultivos adyacentes.

Considerando estas características y dado el hecho de que Chamaecrista es forrajera, rastrera y produce mucha semilla, se puede considerar como una leguminosa muy apta para intercalar y se van a adelantar más ensayos para comprobar esta hipótesis.

Barreras Vivas para Control de Erosión en Campos de Yuca en Laderas

Como se pudo mostrar en las parcelas de escorrentía (Tabla 7), las barreras vivas también pueden ser muy eficientes en el control de la erosión y tienen además la ventaja de ser una tecnología poco sofisticada.

Sin embargo, existe la necesidad de mejorar esta tecnología y/o de ampliar sus funciones, para poder superar los obstáculos que se ven a nivel del agricultor y los cuales han impedido una adopción a gran escala.

Existen muchos pastos los cuales pueden ser usados como barreras. De acuerdo a su uso potencial en la finca se pueden dividir en tres grupos: a) Pastos de corte; b) Pastos de uso artesanal o industrial y c) otros pastos o pastos sin uso específico.

Los últimos, sin uso específico, son los que menos llaman la atención del agricultor, porque fuera de la conservación del suelo, factor que a menudo no tiene prioridad para el campesino, no dan ninguna utilidad, al mismo tiempo ocupando parte del terreno y causando costos en la siembra y en el manejo de mantenimiento.

Si los pastos de corte no se utilizan como forraje o si no se venden o procesan los pastos de tipo industrial, estos caen en la misma categoría y se complica su aceptabilidad.

Los pastos que causan competencia a cultivos adyacentes, son menos aceptables como barreras, que pastos poco competitivos. En ensayos de competencia con yuca, el pasto Vetiver (Vetiver zizanioides), con un sistema radicular profundo y poca extensión lateral, fue el menos competitivo, seguido por limoncillo (Cymbopogon citratus), Citronella (C. nardus) y Pasto Guatemala (Tripsacum laxum), el cual con su porte alto y un sistema radicular muy extendido, fue el más agresivo (Tabla 12).

Otro factor de importancia para la selección de pastos es su eficiencia como barrera. Barreras de pastos con un buen macollamiento (como Vetiver), son más densos y más eficientes y se pueden sembrar en un solo surco, mientras pastos con poco macollamiento como el pasto Imperial (Axonopus scoparias), se deben sembrar en doble o triple hilera para lograr una barrera eficiente y productiva (Tabla 13).

El siguiente listado muestra un resumen de criterios para la selección de barreras adecuadas, los cuales se pueden tomar en cuenta considerando además otros criterios que pueden ser de importancia para el agricultor.

Criterios para la caracterización de Pastos de Barreras para la conservación de Suelos

- Aptitud para propagación vegetativa
- Potencial de multiplicación alto
- Facilidad de establecimiento en el campo
- Desarrollo inicial rápido
- Macollamiento satisfactorio para barreras compactas
- Rusticidad

- Persistencia
- Facilidad de rebrote
- Aptitud de amarrar el suelo
- Utilidad económica
- Producción
- Competencia a cultivos adyacentes
- Requerimiento de labores de manejo
- Requerimiento de insumos (abonos, etc) y/o respuesta a la aplicación de insumos.

4. Conclusiones

Tratar el tema de la conservación de suelos en yuca, significa buscar soluciones a un problema que no solo se puede remediar con componentes tecnológicos eficientes en controlar la erosión.

Hay que tomar en cuenta que el cultivo de la yuca en la zona Andina esta relacionada con el minifundio, con suelos marginales, con ingresos bajos, poca disponibilidad de insumos y en muchos casos con pobreza.

En este escenario los factores sociales, culturales y económicos relacionados con una tecnología, pueden ser de mayor importancia que la tecnología en si e influyen de manera decisiva en la adopción de una práctica o técnica.

Por eso la implementación de nuevas técnicas para la conservación de suelos solo es factible, si la selección y el ajuste de las tecnologías se adelantan desde un principio con la comunidad, tomando en cuenta los criterios y prioridades de los agricultores.

Pueden ser muchos los casos en los cuales la aplicación requiere la colaboración y la ayuda de una institución como por ejemplo, el suministro de semilla vegetativa para la siembra de barreras, pero aún en estos casos es muy importante buscar la complementariedad de un elemento de conservación con la actividad económica en la finca.

La siembra de barreras de pasto de corte por ejemplo, solo es factible si el agricultor está dispuesto a cortarlas y hay la necesidad de utilizarlas.

En caso contrario o en lotes muy distantes de la casa, o si no hay componente animal en la finca, barreras de Vetiver (a pesar de no producir forrajes) pueden ser mucho más factibles y recomendables porque son muy eficientes en controlar la erosión, compiten muy poco con cultivos y requieren poco mantenimiento.

Por otro lado, el hecho de que los factores socioeconómicos juegan un papel muy importante en la finca yuquera, no significa que los aspectos técnicos sean de menor importancia. Al contrario, un buen funcionamiento técnico constituye la primera condición que tiene que cumplir una innovación para ser adoptada.

En el caso de las leguminosas forrajeras por ejemplo, estos criterios y las críticas de los agricultores llevaron a un ajuste de esta tecnología, optimizando tanto algunos aspectos agronómicos y fisiológicos, como también criterios de manejo.

En lugar de sembrar leguminosas entre cada surco de un cultivo de yuca, las leguminosas también se pueden sembrar en franjas de tres surcos, alternando con tres surcos de yuca sola con iguales poblaciones de plantas por hectárea. En este sistema de combinar leguminosas con yuca se facilita el acceso a la leguminosa y se permite un manejo independiente de los dos componentes, con mayor eficiencia laboral.

En lugar de sembrar solamente una especie de leguminosas, se recomienda además utilizar mezclas de leguminosas, porque estas son más estables en su comportamiento y pueden combinar ventajas de varias leguminosas que difícilmente se pueden obtener con una sola especie.

En mezclas de Galactia striata, Centrosema macrocarpum y Chamaecrista rotundifolia por ejemplo, se pueden combinar la precocidad y la rápida cobertura de la última, con el vigor de Galactia s. y la productividad y persistencia de Centrosema m. para lograr el objetivo de tener franjas de conservación eficientes y productivas durante dos a tres años.

EL RETO DEL FUTURO NO CONSISTE EN SEGUIR LLAMANDO LA ATENCION DEL AGRICULTOR, SINO EN LLAMAR LA ATENCION DEL AGRICULTOR A TRAVES DE NUEVAS TECNOLOGIAS ECONOMICAMENTE ATRACTIVAS.

5. Bibliografía

CIAT. Annual Report 1992, Cassava Program. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1993.

CIAT. Annual Report 1993, Cassava Program. Capítulo 3. Crop Soil Management in Latin America. CIAT, Cali. 1994.

GIL, N. Watershed development with special reference to soil and water conservation. Rome. FAO Soils Bulletin 44, 255 pp. 1990.

HOWELER, R. Reporte interno de un viaje a China. Junio 20-26, 1993. CIAT, Cali, no publicar. 1993.

HOWELER, R. Prácticas de conservación de suelos para cultivos anuales. En: Howeler, R. (ed.) 1984. Manejo y conservación de suelos de ladera. Memorias del Primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos, Junio 14-16, 1984, Cali: 77-93. 1984.

HURTADO, M.L. y RUBIANO, J.E. Identificación Agroecológica de Necesidades de Investigación en el Norte del Departamento del Cauca. Trabajo de Tesis de Grado. Universidad Nacional, Bogotá. Fac. Agronomía. 136 pp. 1992.

LAL, R. Response of maize and cassava to removal of surface soil from an Alfisol in Nigeria. *Int. J. Trop. Agric.* 2:77-92. 1987.

PFEIFFER, R. Sustainable agriculture in practice - the production potential and the environmental effects of macro-countourlines in the West Usambara mountains of Tanzania. Dissertation, Hohenheim University. Poly Fot. Weikersheim. 1990.

REINING, L. Erosion in Andean Hillside Farming. Characterization and reduction of soil erosion by water in small scale cassava cropping systems in the southern Central Cordillera of Colombia. Margraf, Weikersheim, Alemania, 219 pp. 1992

SIEBERT, S.F. y BELSKY, J.M. Bench terracing in the Kerinci Uplands of Sumatra, Indonesia. *J. Soil and Water Conservation*, Sept/Oct. 1990:559-562. 1990.

SUAREZ, F.M. Informe técnico sobre causas y control de la erosión en el área del corregimiento de Mondomo. CVC, Cali, 15 pp. 1982.

SUAREZ, F.M. Factores y procesos físicos de la erosión. En: Howeler, R. (ed) 1984. *Memorias del Primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos*. Cali, Jun. 14-16, 1984:33-46. 1984.

STOCKING, M.A. Assessing vegetative cover and management effects. En: Lal, R. (ed) 1988. *Soil erosion research methods*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, USA, 163-186. 1988.

URPA, Estadísticas de Ministerio de Agricultura, Dirección de Producción y Planificación, SIAE, Bogotá, Enero, 1993. 1993.

WISCHMEIER, W.H. and SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. Dept. of Agric. *Agricultural Handbook No. 537*. Washington, D.C. 1978.

6. Anexo Figuras

- Figura 1. Ciclo de problemas en sistemas agroecológicos de minifundio en laderas (adaptado de Pfeiffer, 1992).
- Figura 2. Período crítico de un cultivo de yuca con respecto a la erosión hídrica de suelo y efectos de prácticas de manejo sobre las pérdidas de suelo por erosión en un lote con 12% de pendiente. Las lluvias intensas iniciaron a los dos meses después de la siembra.
- Figura 3. Diferencias genotípicas en capacidad de cobertura de variedades de yuca en Mondomo, Cauca. Primer semestre 1991.
- Figura 4. Capacidad de cobertura (%) suministrada por algunas plantas intercaladas en yuca en función del tiempo en un suelo ácido.

7. Anexo Tablas

- Tabla 1. Respuesta de yuca y de maíz a la pérdida de la capa superficial de un suelo Alfisol en Ibadan, Nigeria (Lal, 1987).
- Tabla 2. Producción promedia de hojarasca de yuca en un ciclo vegetativo según fertilización y variedad en Santander de Quilichao.
- Tabla 3. Area de producción de yuca en los Departamentos de Santander y Cauca y a nivel nacional en la década entre 1982 y 1992.
- Tabla 4. Rangos de pérdida de suelo ($t \cdot ha^{-1}$ suelo seco) por tonelada de raíces de yuca con diferentes formas de manejo.
- Tabla 5. Prácticas eficientes de conservación de suelo en el cultivo de la yuca en laderas.
- Tabla 6. Efectos de semilla seleccionada de yuca sobre la capacidad de protección del suelo a los dos, tres y cinco meses después de la siembra (MDS) en Buenos Aires/Cauca.
- Tabla 7. Pérdida promedio anual de suelo seco (t/ha), rendimiento de la yuca (t/ha raíz) y de forrajes (t MS/ha) en diferentes sistemas de producción en Mondomo (1990/91 - 1991/92).
- Tabla 8. Cobertura del suelo de leguminosas herbáceas en Santander de Quilichao 4 meses después de la siembra (densidad de siembra 0,25 x 0,5 m; 2-7 semillas/sitio).
- Tabla 9. Rendimientos de yuca y de leguminosas forrajeras en un sistema de producción de yuca con leguminosas y cobertura promedia de las leguminosas durante el período vegetativo de la yuca. Santander de Quilichao/Cauca; Isohyperthermic Oxic Dystropept.
- Tabla 10. Efecto de diferentes coberturas con leguminosas sobre la incidencia del chinche de la yuca (*Cyrtomenus bergi*) y de la chiza (*Phyllophaga* sp.) en yuca en Santander de Quilichao, segundo ciclo 1992-1993.
- Tabla 11. Resultados de un ensayo tentativo para la identificación de especies promisorias para la conservación de suelos en sistemas de producción de yuca (dos replicas, parcelas de 10 m²); Santander de Quilichao, 1992-1993. Resultados de 9 especies de un total de 22 especies investigadas. Variedad de yuca CM 2136-2.

CICLO DE PROBLEMAS EN SISTEMAS AGROECOLOGICOS DE MINIFUNDIO EN LADERAS

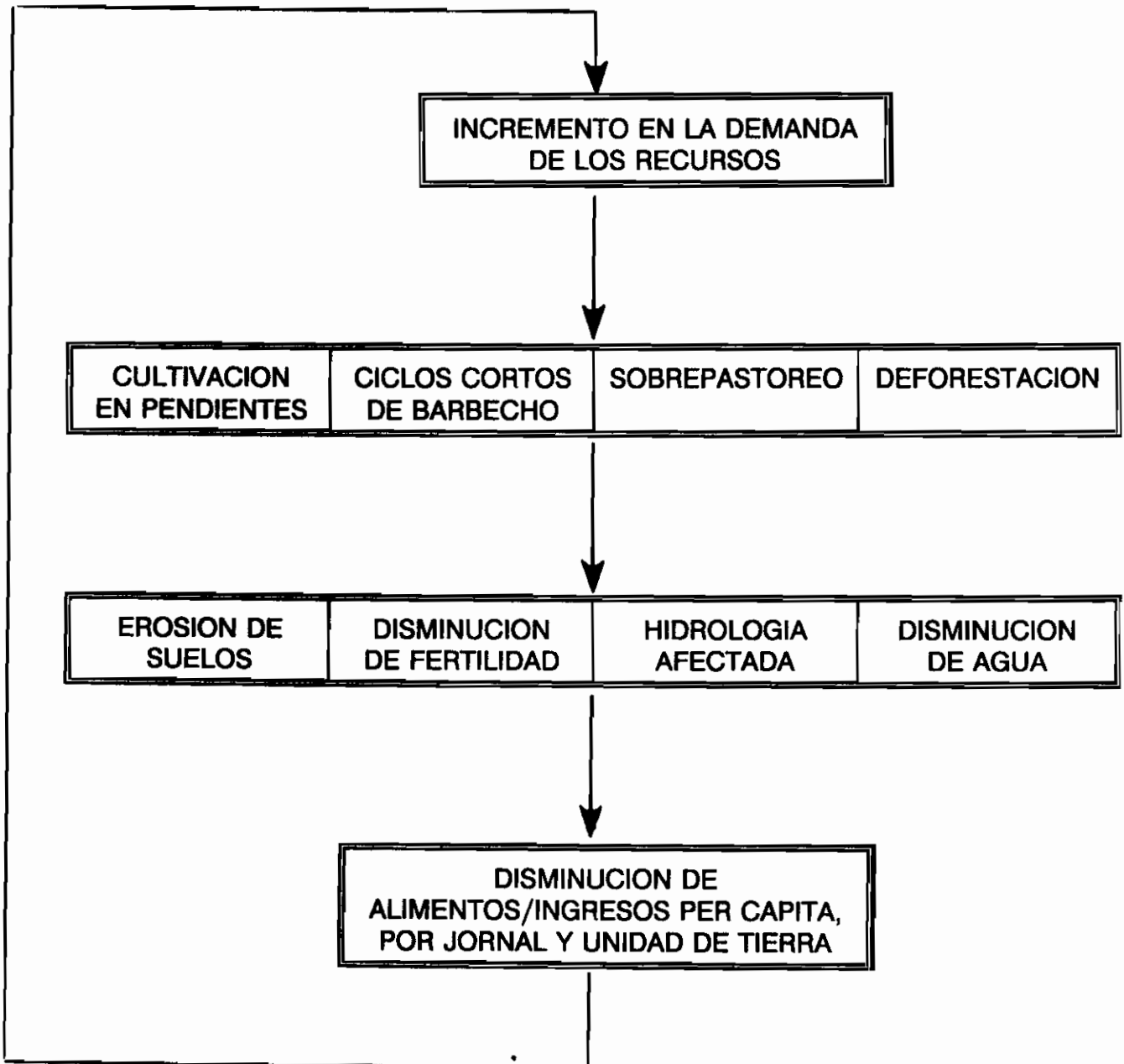


Figura 1. CICLO DE PROBLEMAS EN SISTEMAS AGROECOLOGICOS DE MINIFUNDIO EN LADERAS. (Adaptado de Pfeiffer, 1992).

Efecto de practicas de manejo sobre las
perdidas de suelo por erosión en yuca en
un lote con 12% de pendiente

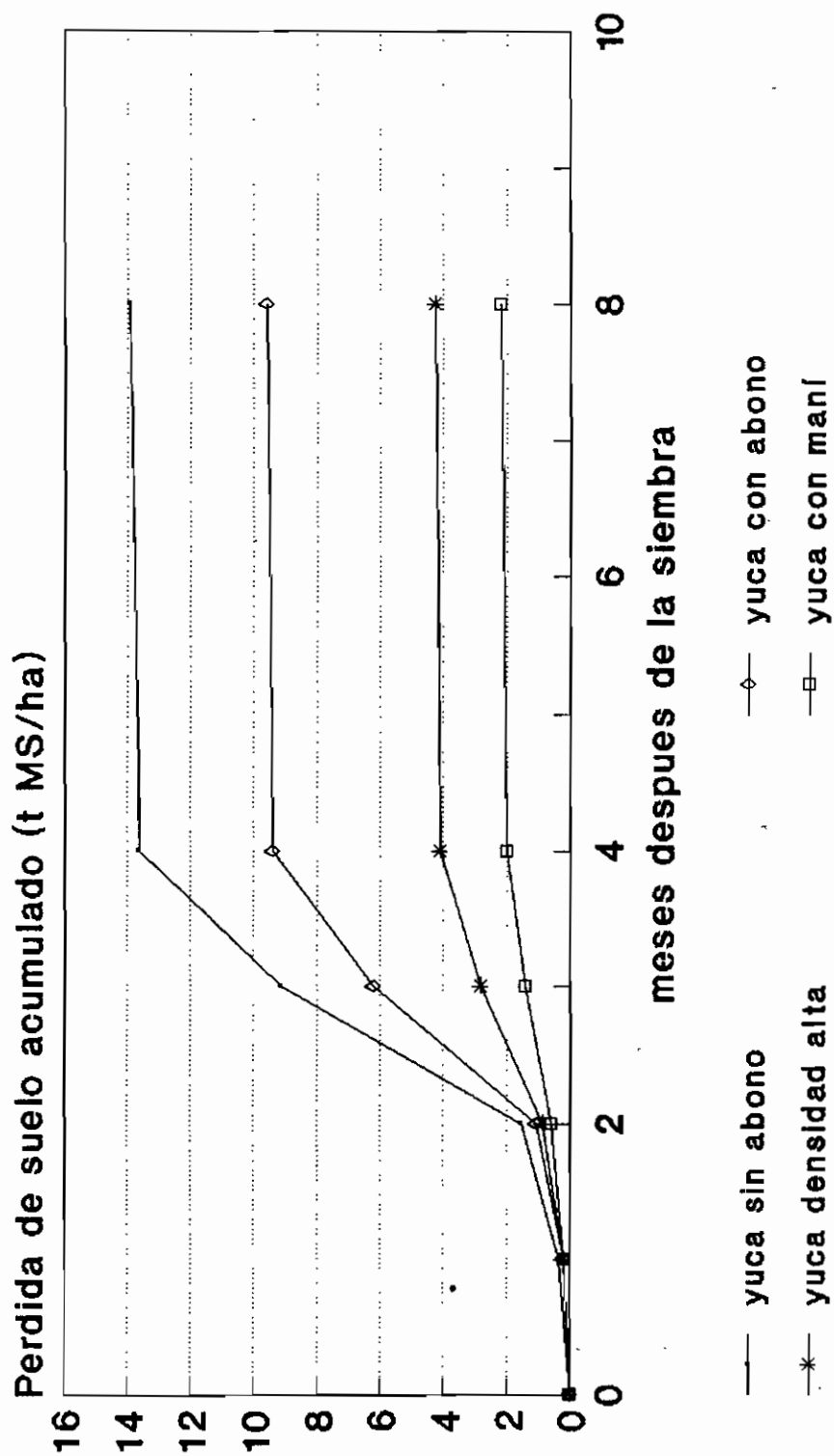
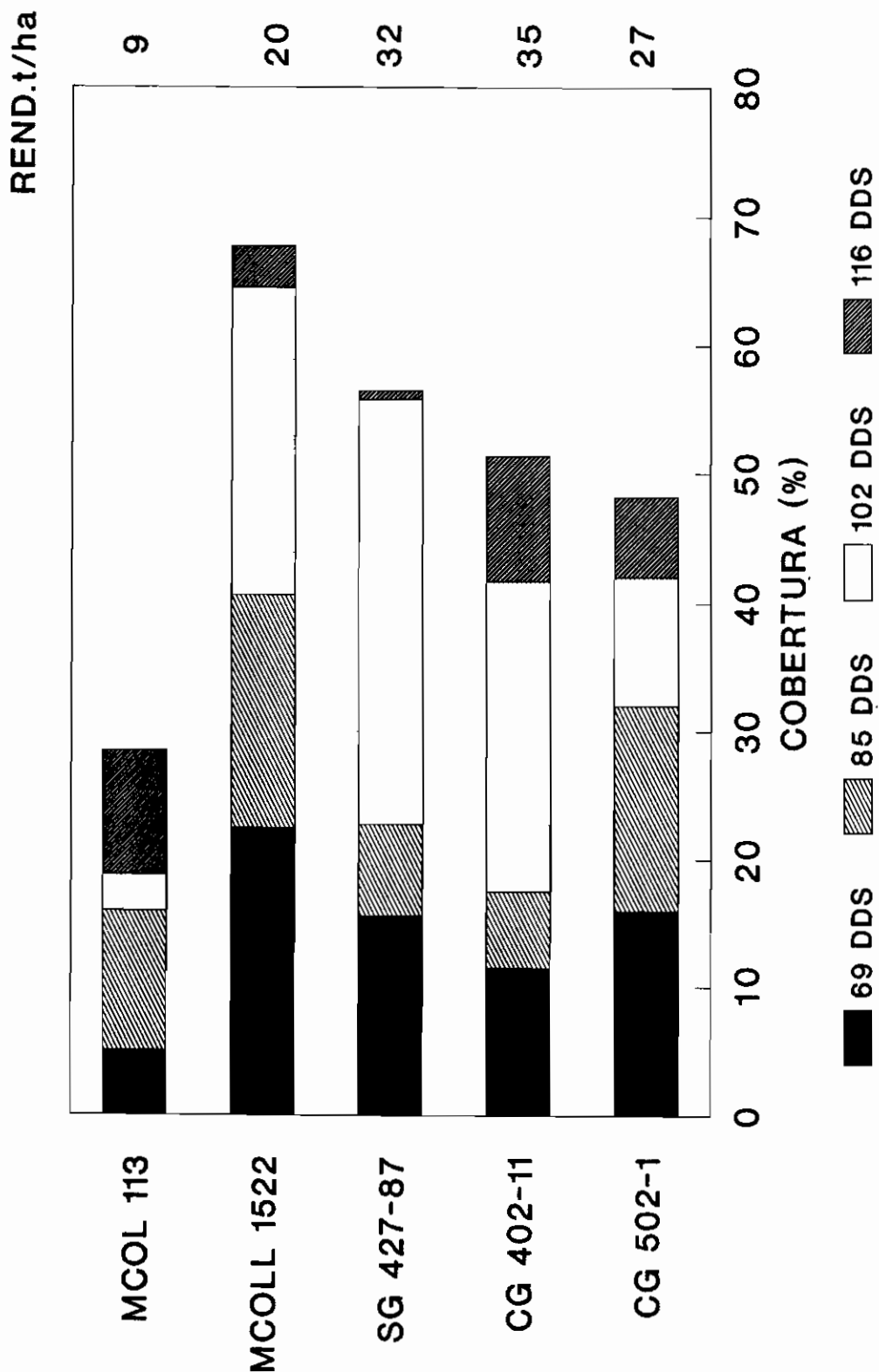


Figura 2.

Datos de Nanning, Guangxi, China
Fuente: HOWELER, 1993

Diferencias genotípicas en capacidad de cobertura de Variedades de Yuca en Mondomo-Cauca, 1991



DDS: Dias después de siembra

Figura 3. Diferencias genotípicas en capacidad de cobertura de variedades de yuca en Mondomo, Cauca. Primer semestre 1991.

Capacidad de cobertura (%) suministrada por algunas plantas intercaladas en yuca en función del tiempo en un suelo ácido

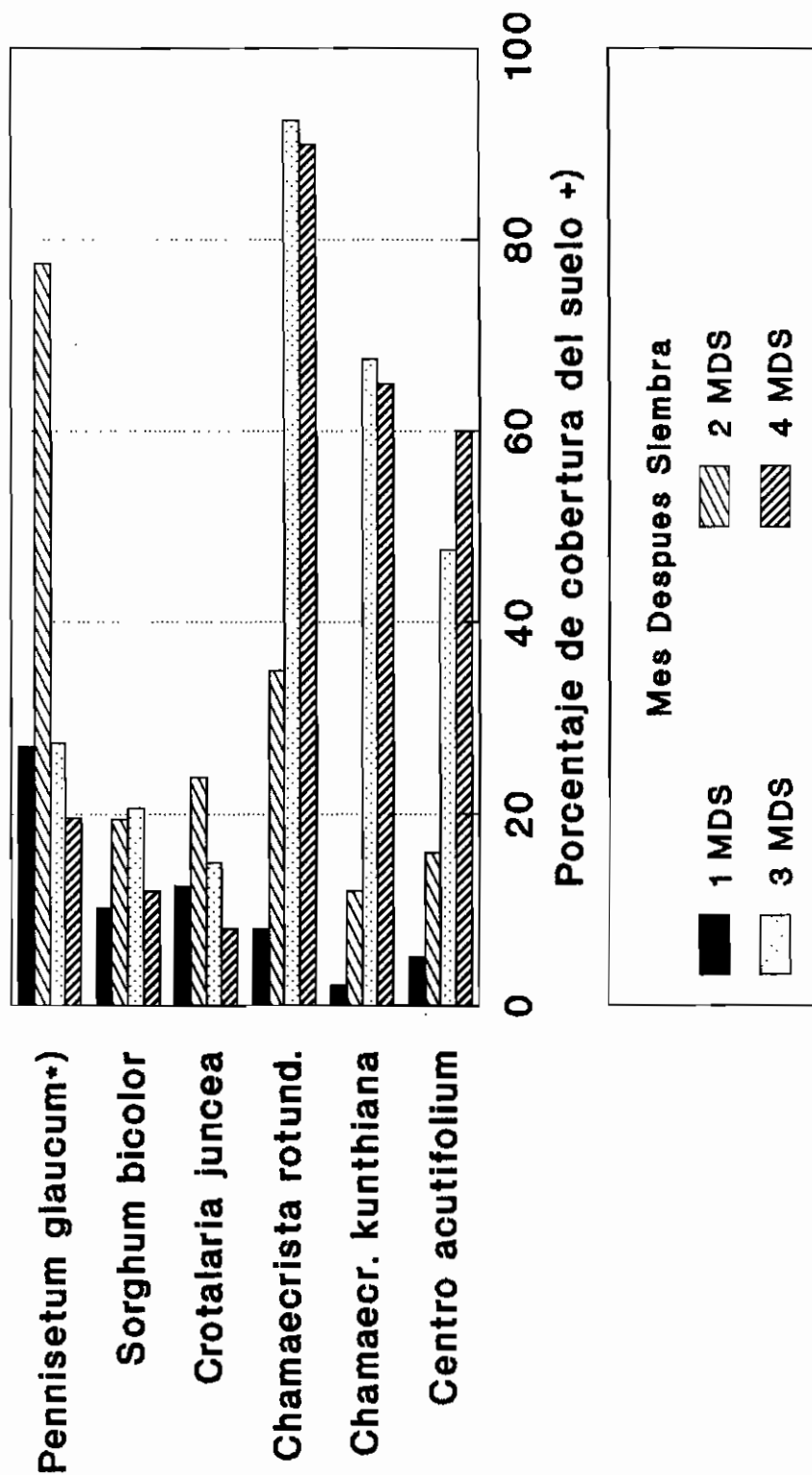


Figura 4.

*)Mijo y Sorgo se cortaron a los 2 meses

*)Promedio de 4 accesiones

Tabla 1. RESPUESTA DE YUCA Y MAIZ A LA PERDIDA DE LA CAPA SUPERFICIAL DE UN SUELO ALFISOL EN IBADAN, NIGERIA (LAL, 1987).

| Capa de Suelo Removido | Rendimientos t*ha ⁻¹ (%) | |
|------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | Yuca | Maíz |
| a) - | 31 (100) | 1.2 (100) |
| b) 0-10 cm | 20 (65) | 0.7 (58) |
| c) 0-20 cm | 14 (45) | 0.2 (16) |

Tabla 2. PRODUCCION PROMEDIA DE HOJARASCA DE YUCA EN UN CICLO VEGETATIVO SEGUN FERTILIZACION Y VARIEDAD EN SANTANDER DE QUILICHAO.

| Variable | Hojarasca ^{1/} (t*ha ⁻¹ MS) | Error estándar |
|---------------------------------------|--|----------------|
| 1) <u>Nivel Fertilización (N,P,K)</u> | | |
| 0-0-0 | 0,93 | 0,07 |
| 100-50-100 | 2,32 | 0,16 |
| 100-100-100 | 2,49 | 0,19 |
| 2) <u>Variedades (100-100-100)</u> | | |
| CMC-40 | 2,33 | 0,28 |
| CM 489-1 | 2,33 | 0,33 |
| M Col 1684 | 2,29 | 0,55 |
| CM 523-7 | 3,00 | 0,39 |

Fuente: Pellet, D. (1992); CIAT (Comunicación personal)

^{1/} Recolección cada 2 meses.

Tabla 3. Area de producción de yuca en los Departamentos de Santander y Cauca y a nivel nacional en la década entre 1982 y 1992.

| | 1982 | 1987 | 1992 | % incremento |
|-----------------|--------|--------|--------|--------------|
| Dpto. Santander | 16,10 | 15,00 | 17,65 | 9,6 |
| Dpto. Cauca | 4,80 | 3,20 | 4,98 | 3,7 |
| Colombia | 170,90 | 159,10 | 183,03 | 7,1 |

Fuente: URPA, Ministerio de Agricultura, Dirección de Producción y Planificación, SIAE, Bogotá, Enero 1993.

Tabla 4. Rangos de pérdida de suelo ($t \cdot ha^{-1}$ suelo seco) por tonelada de raíces de yuca con diferentes formas de manejo.

| Localidad | Pérdida de suelo $t \cdot ha^{-1}$ por tonelada de yuca (Tratamientos correspondientes) | % Pendiente | Fuente Citada |
|--------------------------------|---|----------------|------------------|
| Mondomito/Cauca Colombia | 1,6 - 17,1 (Mulch-Yuca/Caupi) | 28% | Howeler, 1984 |
| Hainan, China | 1,5 - 6,1 (Cajuelas-Arado) | 25% | CIAT, 1191 |
| Mondomo/Cauca Colombia | 0,15 - 2,8 (Cajuelas-Yuca/Frijol) | 15% | Reining, 1992 |
| Chonburi Thailandia | 0,3 - 3,05 (Arado 2x + caballones) (Arado 2x +rastrillo) | --- | CIAT, 1991 |
| Santander de Quilichao-Col. | 0,06 - 0,9 (Barreras Vetiver-Cajuelas + Zornia | 10% | Datos autores |

Tabla 5. Prácticas eficientes de conservación de suelo en el cultivo de la yuca en laderas.

| | |
|--|--|
| ■ Labranza mínima | CIAT, 1984 Howeler, 1991 Reining, 1992 |
| ■ Caballones | Howeler, 1984 CIAT, 1991 Reining, 1992 |
| ■ Alta densidad de siembra | Howeler y Cadavid, 1983 |
| ■ Aplicación de mulch | Lal, 1977 CIAT, 1984 |
| ■ Fertilización adecuada | Howeler, 1984 |
| ■ Cultivo intercalada (?) | Howeler, 1984 CIAT, 1991 |
| ■ <u>Siembra de barreras vivas</u> | Autores Varios |
| ■ <u>Asociación con coberturas de leguminosas.</u> | CIAT, 1991 |
| ■ <u>Selección de semilla sana</u> | Autores |
| ■ <u>Selección de variedades de rápido desarrollo.</u> | Autores |
| ■ Cultivación en calles de franjas macrocontorno. | Pfeiffer, 1990 |

Tabla 6. Efectos de semilla seleccionada de yuca sobre la capacidad de protección del suelo a los dos, tres y cinco meses después de la siembra (MDS) en Buenos Aires/Cauca.

| Promedio de tres replicaciones | % Cobertura | | | Promedio 5 meses |
|---|-------------|-------|-------|------------------|
| | 2 MDS | 3 MDS | 5 MDS | |
| Estacas seleccionadas y tratadas (Promedio de 6 variedades) ^{1/} | 8,6 | 25,5 | 45,0 | 21,7 |
| Estacas locales, sin tratar (Promedio 3 variedades) ^{2/} | 3,4 | 12,1 | 36,2 | 13,8 |

^{1/} M Col 1505, CM 523-7, M Col 1468, M Col 2066, M Col 2061, HMC-1

^{2/} Selección 40, Blanquita, Amarillita

Tabla 7. Pérdida promedio anual de suelo seco (t/ha), rendimiento de la yuca (t/ha raíz) y de forrajes (t MS/ha) en diferentes sistemas de producción en Mondomo (1990/91 - 1991/92).

| | Pérdida suelo (t/ha/año) | Yuca (t/ha) | Forraje (t MS/ha) |
|----------------------|--------------------------|-------------|-------------------|
| 1) Barbecho limpio | 183.2 *** | - | - |
| 2) Caballones | 2.0 *** | 14.5 (92) | - |
| 3) Tradicional * | 16.4 *** | 15.8 (100) | - |
| 4) Con Zornia | 3.8 | 13.8 (88) | 0.6 |
| 5) Vetiver ** | 2.6 | 12.8 (82) | - |
| 6) Con Centrosema 1 | 2.1 | 12.5 (79) | 1.9 |
| 7) Pasto Elefante ** | 0.7 | 13.4 (85) | 8.1 |
| 8) Centrosema mac. | 3.2 | 9.6 (61) | 3.1 |
| 15% pendiente | | | |

* Arado con bueyes

** Barreras a 8 m de distancia

*** Datos de 5 años

Tabla 8. Cobertura del suelo de leguminosas herbáceas en Santander de Quilichao 4 meses después de la siembra (densidad de siembra 0,25 x 0,5 m; 2-7 semillas/sitio).

| Espece de leguminosa | CIAT No. | % Cobertura | ± Error estándar |
|---------------------------|----------|-------------|------------------|
| 1 Desmodium intortum | 13013 | 2.3 | 0.3 |
| 2 Desmodium uncinatum | 3307 | 16.0 | 4.3 |
| 3 Stylosanthes capitata | 1315 | 15.6 | 3.8 |
| 4 Lablab purpureus | 17189 | 17.0 | 5.8 |
| 5 Desmodium ovalifolium | 13089 | 21.0 | 2.8 |
| 6 Zornia latifolia | 9199 | 21.6 | 3.7 |
| 7 Stylosanthes guianensis | 10136 | 47.3 | 5.8 |
| 8 Arachis pintoi | 17434 | 39.3 | 4.6 |
| 9 Stylosanthes guianensis | 184 | 47.3 | 13.6 |
| 10 Galactia striata | 964 | 52.3 | 3.2 |
| 11 Centrosema acutifolium | 5277 | 63.3 | 3.8 |
| 12 Centrosema macrocarpum | 5713 | 75.0 | 4.9 |
| 13 Centrosema brasilianum | 5234 | 90.0 | 4.1 |
| a) | 5234 | 74.6 | 14.1 |
| 14 Centrosema brasilianum | | | |
| b) | | | |

¹ Promedio de tres replicaciones; ± error estándar.

Tabla 9. Rendimientos de yuca y de leguminosas forrajeras en un sistema de producción de yuca con leguminosas y cobertura promedia de las leguminosas durante el período vegetativo de la yuca. Santander de Quilichao/Cauca; Isohyperthermic Oxid Dystropept.

| Tratamiento | Rendimiento yuca en t/ha 3) | | Rendimiento leguminosas en t MS/ha 4) | | % cobertura 2) | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------|--|---------|----------------|---------|
| | 1er año | 2o. año | 1er año | 2o. año | 1er año | 2o. año |
| Yuca Sola 1) | 37,6 | 32,40 | - | - | 0 | 0 |
| Yuca + Arachis pintoii | 31,2 | 22,10 | - | - | 2,1 | 13,2 |
| Yuca + Zornia glabra | 27,3 | 18,03 | 2,76 | 4,40 | 17,8 | 23,0 |
| Yuca + Centrosema acutifolium | 26,8 | 17,19 | 2,70 | 3,37 | 22,3 | 23,2 |
| Yuca + Galactia striata | 25,1 | 14,18 | 2,02 | 4,18 | 11,7 | 25,7 |
| Promedio | 29,6 | 20,78 | 2,49 | 3,98 | 13,5 | 21,3 |

- 1) Yuca sola con labranza completa en ambos años, yuca + leguminosa con labranza mínima (cajuelas) en el segundo año.
- 2) Promedio de todo el ciclo vegetativo, leguminosas establecidas con yuca en el primer año y cortadas varias veces en el segundo año.
- 3) Variedades sembradas en el 1er. ciclo: M Col 1684, M Col 1522, en el segundo ciclo CM 523-7 y CM 849-1.
- 4) Un solo corte al final del primer ciclo en el primer año; varios cortes en el segundo año.

Tabla 10. Efecto de diferentes coberturas con leguminosas sobre la incidencia del chinche de la yuca (*Cyrtomenus bergi*) y de la chiza (*Phyllophaga* sp.) en yuca en Santander de Quilichao, segundo ciclo 1992-1993.

| Especie de leguminosa Intercalada | Porcentaje de raíces afectadas por ¹ | |
|--|---|-----------|
| | Chinche de la yuca | Chiza |
| Control (Yuca sola) ² | 24.38 | 5.00 |
| C. + <i>Vigna unguiculata</i> ² | 19.38 | 5.62 |
| C. + <i>Galactia striata</i> | 15.00 | 0.63 Min. |
| C. + <i>Stylosanthes guianensis</i> | 16.25 | 11.88 |
| C. + <i>Zornia glabra</i> | 11.98 | 4.76 |
| C. + <i>Zornia latifolia</i> | 11.33 | 6.00 |
| C. + <i>Centrosema acutifolium</i> | 6.90 Min. | 6.00 |
| C. + <i>Stylosanthes capitata</i> | 26.88 Max. | 12.18 Max |
| C. + <i>Arachis pintoi</i> | 21.79 | 7.19 |
| Promedio ³ | 5.89 | 6.56 |

¹ 10 observaciones por parcela en 16 repeticiones (n = 160)

² Tratamientos con labranza completa; todos los demás con labranza mínima (cajuelas)

³ Las parcelas estaban ubicadas en franjas de pasto; variedades de yuca usadas fueron CM 523-7 y CM 849-1

Tabla 11. Resultados de un ensayo tentativo para la identificación de especies promisorias para la conservación de suelos en sistemas de producción de yuca (dos replicas, parcelas de 10 m²); Santander de Quilichao, 1992-1993. Resultados de 9 especies de un total de 22 especies investigadas. Variedad de yuca CM 2136-2.

| Especie de planta intercalada | No. CIAT | % cobertura 2 MDS ¹⁾ | | Rendimiento de especies intercaladas t Mat.sec./ha ³⁾ | | Rendimiento yuca t raíces frescas ha ⁻¹ | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|---|--------|--|--------|
| Leguminosas: | | | | | | | |
| <i>Chamaecrista kunthiana</i> | 20778 | 12 | N.D. ²⁾ | 0.344 | (0.06) | 36.92 | (2.6) |
| <i>Aeschynomene brasiliana</i> | 9046 ⁴⁾ | 15 | - | 2.700 | - | - | - |
| <i>Centrosema acutifolium</i> | 5277 | 16 | (3.9) | 1.737 | (0.03) | 38.93 | (4.6) |
| <i>Crotalaria juncea</i> | 21709 | 24 | (5.9) | n.d. | | 34.79 | (5.5) |
| <i>Chamaecrista rotundifolia</i> | 8990 | 35 | (9.9) | 4.550 | (1.8) | 36.04 | (3.9) |
| Mijo: | | | | | | | |
| <i>Pennisetum glaucum</i> ⁵⁾ | | | | | | | |
| No. 1 (variedad) | | 75 | (4.9) | 4.175 | (0.31) | 23.33 | (5.4) |
| No. 2 (híbrido) | | 75 | (4.9) | 3.040 | (0.31) | 29.68 | (10.2) |
| No. 3 (híbrido) | | 80 | (5.6) | 3.310 | (0.48) | 27.77 | (1.2) |
| No. 4 (híbrido) | | 80 | (0) | 5.075 | (0.26) | 15.55 | (5.7) |

¹⁾ MDS = Meses Después de la Siembra

²⁾ En paréntesis error estándar

³⁾ Mijo cosechada a los dos meses, leguminosas a los 11 meses

⁴⁾ Una réplica

⁵⁾ Material de mejoramiento de INTSORMIL

Tabla 12. Comparación del efecto competitivo de diferentes pastos sembrados en barreras sobre el rendimiento de un cultivo de yuca en un suelo Inceptisol en Santander de Quilichao, Colombia. ^{1/}

| Pasto | Rendimiento yuca (t/ha) | CV |
|--|-------------------------|------|
| <i>Cymbopogon nardus</i> (Citronella) | 12,04 a | 0,11 |
| <i>Cymbopogon citratus</i> (Limoncillo) | 19,20 b | 0,13 |
| <i>Vetiveria zizanioides</i> (Vetiver) | 19,68 b | 0,20 |
| <i>Tripsacum laxum</i> (Guatemala) | 8,13 a | 0,23 |
| Testigo sin pastos | 28,13 | 0,23 |

- ^{1/} - Barreras sembradas 3 meses antes de la yuca.
 - Distancia entre plantas de yuca y barreras 50 cm para inducir mayor competencia. Distancia normal 1 m.

Tabla 13. Características de algunos pastos de barreras en un ensayo en finca en el municipio de Buenos Aires/Cauca. ¹⁾

| Especie pasto | Macollos/metro lineal | | | Producción biomasa t MS/1000 m lineales ⁴⁾ | | Labor requerido para cortar 1000m Jornales/ha ⁵⁾ |
|--|-----------------------|-------|---------|---|---------|---|
| | 3 MPA | 9 MAP | 24 MAP | 1 año | 2 años | |
| Limoncillo ²⁾ (Cymbopogon citratos) | 19.7 a | 54.7 | 80.2 a | 0.405 a | 3.231 a | 2.6 |
| Pasto Vetiver ²⁾ (Vetiveria zizanioides) | 12.7 ab | 65.1 | 113.0 b | 0.178 a | 1.414 b | 4.2 |
| Pasto Imperial ³⁾ (Axonopus scoparius) | 8.7 b | 51.4 | 57.5 a | 1.515 b | 3.810 a | 2.7 |

Promedios de tres replicaciones, datos con letras diferentes son estadísticamente diferentes $\alpha = 5\%$ (Fisher LSD-Test).

¹⁾ Fecha de siembra Octubre 1, 1991

²⁾ Distancia de siembra en hilera 20 cm

³⁾ Sembrada con cañas, cubierto con 3 cm de tierra

⁴⁾ 1000 m lineales por ha es equivalente a una barrera cada 10 m de distancia horizontal. Imperial fue cortado dos veces al año, los demás una vez por año.

⁵⁾ Vetiver cortado con hoz, los demás con machete.

Trabajo no Presentado

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL CONTROL BIOLÓGICO EN ALGUNOS CULTIVOS DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Fulvia García R.¹

1. Introducción

Los insectos y ácaros plagas en cultivos revisten mayor importancia económica por el daño que realizan a las plantas cuando ocurren en poblaciones muy altas en el campo. Tradicionalmente los agricultores han mantenido una alta dependencia a un sólo tipo de control para bajar temporalmente las poblaciones plagas de sus cultivos. El amplio uso de insecticidas ha generado diversos problemas que obligan a un control químico cada vez más frecuente. Esta dependencia provoca mayores costos y contaminación en el medio ambiente.

Para buscar un equilibrio biológico en las poblaciones de las plagas es de fundamental importancia integrar varias medidas de control de tal manera que se logre bajar la plaga sin mayor interferencia en el ecosistema, respetando al máximo las regulaciones naturales de control como parasitoides, depredadores y entomopatógenos.

El Control Biológico ya sea natural o inducido, ha sido un método eficaz en la lucha biológica. Este control, integrado con otras medidas de carácter cultural, mecánico, físico, microbiológico y aún químicas selectivas, aplicadas en situaciones muy justificadas, puede constituir un sistema ideal para manejar las poblaciones de insectos y ácaros dañinos y son parte del concepto del Manejo Integrado de Plagas en Cultivos.

En Colombia, específicamente en el Valle del Cauca, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha generado investigación dirigida al manejo de plagas en variados cultivos, la cual puede ser aplicada en otras zonas agrícolas, con problemas entomológicos similares. Esta investigación ha dado un especial énfasis a los controles biológicos, microbiológicos y culturales, los cuales integrados y usados oportunamente, brinda una alta protección a las plantas y ventajas muy grandes desde el punto de vista económico y ecológico.

¹ Ing. Agr. M.Sc. Proyecto Control Biológico. ICA.
CI. Palmira.

Se presenta a continuación algunos programas de manejo de plagas en cultivos, según resultados obtenidos experimentalmente y que después de un proceso, en pruebas demostrativas han pasado a ser transferidos y adoptados por los agricultores y asistentes técnicos.

2. Manejo del "Cogollero del Tomate" Scrobipalpula absoluta (Meyrick) en el Valle del Cauca

La especie Scrobipalpula absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) es denominada comunmente "Cogollero del tomate" y considerada como el principal problema entomológico de esta hortaliza en Colombia, especialmente en las regiones de clima cálido.

En el Valle del Cauca amenazó seriamente la industria tomatera durante los años 1970-1974, dadas sus altas poblaciones y severidad del daño causado, el cual se iniciaba desde el semillero y continuaba durante todo el desarrollo de las plantas, atacando su follaje, flores, ramas y frutos. Las plantas infestadas tenían apariencia de quemazón como consecuencia de las minas y perforaciones causadas por las larvas como también por la toxicidad provocada por el alto volumen de insecticida que se asperjaban con una frecuencia casi diaria.

A pesar de que algunos agricultores continúan realizando inversiones muy altas en el control químico de Scrobipalpula absoluta, muchas de estas aplicaciones son innecesarias dado el eficiente control biológico que existe para la plaga en todas las áreas tomateras, control biológico que ha sido el mayor responsable de la reducción drástica de las poblaciones del insecto.

Trabajos continuados desde el año 1975 por el ICA, sobre el reconocimiento y evaluación del control biológico, han demostrado que tres especies de himenopteros, el Apanteles gelechiivoris Marsh, parasitoide de larvas, Trichogramma pretiosum Riley y Trichogramma exiguum Pinto & Platner, parasitoides de huevos, vienen ejerciendo un magnífico control biológico de Scrobipalpula logrando reducir o eliminar el uso de insecticidas en cultivos de tomate, en los cuales se han llevado a cabo programas de liberación de Trichogramma y/o aprovechando las poblaciones naturales de Apanteles.

El control biológico de Scrobipalpula es un hecho comprobado experimentalmente que se halla en etapa divulgativa y de transferencia al agricultor tomatero bajo programas de ajuste de tecnología realizados por el ICA en fincas de agricultores. La investigación participativa, realizando pruebas demostrativas en fincas de agricultores para entregar la tecnología, viene cambiando un sistema tradicional de aplicaciones

calendario de insecticidas por un manejo racional, económico, seguro y permanente de las plagas del cultivo, en especial del "cogollero del tomate", donde el control biológico natural e inducido, es el avance más significativo entre los limitantes fitosanitarios del cultivo. A este control biológico se adiciona la ayuda que dan otros controles como el microbiológico, empleando Bacillus thuringiensis, controles culturales y muchas otras medidas de protección que aseguren el desarrollo de plantas sanas y vigorosas.

Para mantener y ampliar la tecnología encontrada en el manejo de las plagas de tomate y muy especialmente para el manejo de Scrobipalpula, es importante atender y seguir las siguientes recomendaciones:

- Hacer un seguimiento permanente de la situación de campo, realizando inspecciones de plagas y simultáneamente evaluando la acción del control biológico.
- Para mantener un registro de la plaga debe revisarse la parte superior de muchas plantas (50 ó más por hectárea), contabilizar el número de huevos y larvas de Scrobipalpula.
- En cada visita (dos veces por semana) debe evaluarse el avance del daño fresco.
- Después de contabilizar la plaga en un número conocido de plantas, debe retirarse manualmente los huevos y larvas grandes de Scrobipalpula. Esta labor, además de ser una práctica cultural, dará información de los porcentajes de parasitismo.
- Realizar liberaciones semanales de Trichogramma (50-80 pulgadas por hectárea), al detectar las primeras oviposiciones de Scrobipalpula. Complementar esta labor con aspersiones de Thuricide o Dipel (Bacillus thuringiensis) a razón de 500-600 gramos por hectárea adicionando un adherente al 2,5% cuando se observa avance en el daño por el cogollero y reducción significativa de los niveles de parasitismo en huevos y larvas.

Es necesario que al realizar la aspersión del microbiológico, ésta se haga a primera hora de la mañana o en las últimas de la tarde. Deben cubrirse muy bien las plantas, calibrar el equipo de aplicación para ajustarlo a un gasto de dos canecas de solución en promedio por hectárea. Así mismo, si se encuentra infestación temprana del cogollero en semillero, se pueden liberar Trichogramma desde este momento, en dosis de 5-10 pulgadas. Es importante usar un insecticida microbiológico fresco y almacenado a una temperatura menor de 12 °C.

La práctica de liberar Trichogramma y la aplicación del insecticida microbiológico, además de bajar la infestación de huevos y larvas respectivamente, ayudan a sanear el medio y por ello favorecen la resurgencia de muchos otros beneficios, de predadores y parasitoides pero muy especialmente se favorece la presencia y acción del principal agente de control biológico natural de larvas de Scrobipalpula, la avispa Apanteles gelechiidivoris, responsable de más del 70% de la mortalidad en larvas.

Además del control biológico y microbiológico analizado anteriormente, es necesario ejecutar oportunamente todas las labores de mantenimiento del cultivo, siendo más recomendable las siembras uniformes dentro del lote para realizar más eficientemente las labores. La destrucción de socas es de vital importancia para evitar infestaciones tempranas de la plaga y su migración a otros lotes vecinos.

Es importante registrar la presencia de otras especies dañinas del tomate. La aplicación de fungicidas en tiempo seco previene infestaciones graves de ácaros. Por eso se recomienda no interrumpir en más de 10 días el empleo de fungicidas (Dithane, Manzate, Elosal).

Finalmente se puede anotar que una plaga muy severa como fué Scrobipalpula absoluta en tomate, pudo por la acción de agentes biológicos pasar a la condición de plaga casi secundaria y que estos enemigos naturales resistieron factores adversos como la presión indiscriminada de insecticidas y después de algún tiempo, incrementaron sus poblaciones, logrando contrarrestar la plaga, manteniéndola a niveles no económicos de daño.

El programa anteriormente discutido, sería más exitoso si todos los agricultores lo siguieran y adoptaran las recomendaciones generadas por la investigación. El Programa de manejo de plagas en tomate, permite ahorros en este rubro superiores a los \$100.000 por hectárea. Desde el punto de vista ecológico, se garantiza una mayor seguridad para el medio, los trabajadores y los consumidores de la hortaliza.

3. Control Biológico de Plagas del Algodonero en el Valle del Cauca

El cambio de criterio sobre niveles de daño económico en plagas que atacan el algodón especialmente en las etapas de prefloración y floración, ha contribuido exitosamente para el manejo integrado de los áfidos, el Heliothis y el Alabama en la zona algodonera del Valle del Cauca y en otras zonas del país donde se hace adopción de la tecnología generada. La no aplicación de insecticidas en época temprana del cultivo, favorece la llegada y multiplicación de agentes de control natural como parasitoides, depredadores y entomopatógenos, los cuales unidos al efecto de un control biológico

inducido, mediante liberaciones periódicas del parasitoide de huevo Trichogramma pretiosum Riley, logran regular las poblaciones de especies dañinas. Necesariamente a este control biológico deben unirse medidas de carácter cultural que garanticen un mantenimiento óptimo del cultivo, especialmente relacionadas con uniformidad de fechas de siembra, humedad al suelo, manejo de malezas, abonamiento, inspecciones permanentes para evaluar las poblaciones de plagas y la presencia y acción de agentes de control biológico, y finalmente, la destrucción de socas o residuos de cosecha en un período libre de cultivo o veda.

El control biológico ha sido el mayor responsable del descenso poblacional de Heliothis y de otras plagas del algodón. La exitosa regulación biológica de Trichogramma spp. sobre Heliothis desplazó su control químico en el Valle del Cauca, reduciendo en más de un 90% el número de aplicaciones en algodón y en consecuencia, los costos de producción.

El descenso gradual del número de aspersiones de insecticidas a cultivos del Valle del Cauca, ha favorecido equilibrios biológicos en el agroecosistema, observándose cada vez mayor abundancia de agentes de control biológico que a su vez demuestran una actividad más eficiente en la reducción poblacional de plagas, no sólo en algodón, sino también en los demás cultivos de la región incorporados a programas de Manejo Integrado de Plagas.

En algodón, los áfidos (Aphis gossypii Glover) aunque se presentan durante la primera etapa del cultivo con infestaciones moderadas a altas, tienen en sus enemigos naturales los mejores reguladores de sus poblaciones. Los depredadores Hippodamia convergens Guérin-Ménéville, Cycloneda sanguinea L., Scymnus sp., Chrysopa sp., Orius insularis, Syrphidae y otros más, ayudados del parasitoide Lysiphlebus testaceipes (Cresson), hacen parte de la abundante y variada fauna benéfica natural que llega al cultivo atraída por los áfidos. Si esta situación se complementa con buena humedad al suelo por acción de la lluvia o suministro de riego, se garantiza un manejo biológico y cultural efectivo que reduce notablemente estos chupadores a niveles que no causen daño económico.

La multiplicación y conservación de especies benéficas nativas atraídas por los áfidos, complementada con liberaciones de Trichogramma pretiosum que se inician después de los 30 días de germinadas en las plantas, al detectar los primeros huevos de Heliothis, continuadas con una frecuencia semanal de 20 a 30 pulgadas por hectárea, son suficientes para frenar la infestación de Heliothis, evitando el nacimiento de larvas y por ende el daño a las estructuras reproductivas de las plantas.

El descenso drástico en las poblaciones de Heliothis en algodón y otros cultivos hospedantes del insecto durante los últimos años, obedece principalmente a la acción reguladora de Trichogramma cuyo efecto se extiende hacia otras plagas del cultivo como Alabama argillacea (Hübner), Sacadodes pyralis Dyar, Trichoplusia ni (Hübner),

Pseudoplusia includens (Walker), Estigmene acrea (Drury).

La estrategia de dejar establecer la fauna benéfica natural que llega en la primera etapa del algodón, permitiendo su multiplicación y reforzándola con liberaciones de Trichogramma e instalación de nidos de Polistes sp., ha facilitado el manejo de Alabama argillacea, defoliador que si se presenta, lo hace después de los 90 días de edad de las plantas en poblaciones subeconómicas, fácilmente reguladas por agentes biológicos. El Bacillus thuringiensis (800-1000 g/ha.), es una alternativa microbiológica que puede ser utilizada cuando ocurran ataques generalizados de Alabama y la defoliación supere un 30%. La recolección manual de larvas y pupas de Alabama cuando ésta se localiza en focos, es otra medida que se recomienda para el manejo de la plaga.

El manejo de Pectinophora gossypiella (Saunders), Sacadodes pyralis y Anthonomus grandis (Boheman) debe partir de las medidas culturales y legales principalmente relacionadas con siembras uniformes en el menor tiempo posible, destrucción de socas y tiempo suficiente de veda que asegure romper ciclos biológicos de estos belloteros.

Actualmente se realizan esfuerzos para conservar los equilibrios biológicos de plagas como Heliothis, Alabama y áfidos, se investiga en busca de más alternativas biológicas y microbiológicas, que unidas a las culturales y al empleo de feromonas, ayuden a estructurar el manejo de Anthonomus, Pectinophora y Sacadodes cuya dependencia al control químico ha interferido la conformación de un programa nacional de Manejo Integrado de Plagas en algodónero.

Es necesario continuar evaluando el efecto de Bracon kirkpatricki sobre Pectinophora gossypiella y Anthonomus grandis, estudiar técnicas de multiplicación de parasitoides y depredadores tanto del picudo como de las demás plagas del cultivo que permita liberaciones masivas de benéficos en el campo, evaluar la acción del hongo Beauveria bassiana sobre el picudo y de otros microbiológicos en la reducción poblacional de plagas y una vez entregadas estas medidas con todas las prácticas culturales recomendadas, se podrá elaborar y ejecutar a un mediano y largo plazo un manejo racional de plagas en el algodónero en Colombia.

4. Control Biológico de Defoliadores en Soya

El agroecosistema de la soya se ha mantenido a través del tiempo en una situación más o menos estable, existiendo un relativo balance entre las plagas y los enemigos naturales de éstas, como consecuencia del reducido empleo de agrotóxicos. Para conservar e incrementar el equilibrio biológico de las plagas en este cultivo se han desarrollado estudios de investigación que brindan una alta protección al cultivo, una significativa reducción en los costos de producción y no interfieren en el balance ecológico del medio.

Resultados de la investigación adelantada para el manejo de plagas más importantes de la soya en el Valle del Cauca como lo son las especies defoliadoras Anticarsia gemmatalis (Hübner), Omiodes indicata (F.) y Semiothisa abydata (Guenée), muestran la reducción y aún más, la sustitución del control químico por la integración de medidas culturales, biológicas y microbiológicas, con especial énfasis en el uso del control biológico natural e inducido realizando liberaciones del parasitoide Trichogramma pretiosum Riley, avispa muy pequeña encargada de parasitar los huevos de las plagas lepidópteras, lo cual impide el paso de la plaga al estado larval^o dañino. El efecto de estas liberaciones de Trichogramma es múltiple pues el parasitoide ataca también otras plagas de la soya como Heliothis spp. Trichoplusia ni (Hübner), Pseudoplusia includens (Walker), Estigmene acrea (Drury) y posiblemente actúa sobre plagas potenciales como Epinotia sp. y Maruca testulalis (Geyer), barrenadores del cogollo y las vainas.

Los masticadores del follaje más importantes en soya están constituidos por las especies Anticarsia gemmatalis, Omiodes indicata, Semiothisa abydata, Pseudoplusia includens, Trichoplusia ni, Estigmene acrea. Los perforadores del follaje como Diabrotica balteata, Cerotoma spp., Colaspis spp., llamados también cucarroncitos del follaje, pueden presentarse en poblaciones muy altas afectando los tejidos en crecimiento de plántulas ó causando roeduras a las vainas en formación, situaciones que justifican una medida de control.

Para el control de plagas masticadores del follaje como Anticarsia, Omiodes y Semiothisa spp. que constituyen un complejo de importancia económica en el cultivo, se acudía al uso de insecticidas, oscilando entre una (1) y seis (6) aspersiones por cosecha. Esta situación provocó desequilibrios biológicos e incrementos poblacionales de plagas de importancia secundaria como Omiodes y Semiothisa.

Con el propósito de corregir la anterior situación, se realizaron estudios que permitieron comprobar la efectividad de Trichogramma para el manejo de estas especies defoliadoras, encontrando además que el uso de Trichogramma pretiosum en soya como principal herramienta de control biológico tiene un efecto múltiple en el cultivo, pues además de los masticadores del follaje, actúa sobre otras plagas de las hojas y de las vainas.

El control biológico de las plagas lepidópteras a base de Trichogramma, debe tener un carácter preventivo. Para soya y muchos otros cultivos, la oportunidad en las liberaciones determina el éxito en el manejo biológico de las especies plagas. El concepto de esperar a un nivel de daño económico causado por larvas para acudir después a su control químico ha sido revaluado en el sentido de evitar ese daño en las plantas, procediendo en época más oportuna a manejar biológicamente el estado de huevo de aquellas plagas susceptibles al parasitoide Trichogramma.

Para el caso de la soya, se recomienda iniciar liberaciones con Trichogramma cuando se encuentren los primeros adultos y/o huevos de Anticarsia, Omiodes, Semiothisa, Heliiothis, época que generalmente oscila entre los 30-35 días después de la germinación. La dosis a emplear por hectárea varía de 20-30 pulgadas de Trichogramma, en cada fecha de liberación, las cuales deben continuarse a intervalos de 5, 6 ó 7 días, dependiendo de la severidad de la infestación. Se comprobó que 5 ó 6 liberaciones son suficientes para frenar en su estado de huevo las plagas del follaje de la soya, obteniendo parasitismos que superan el 90%.

La sincronización de las liberaciones con la oviposición de la plaga es fundamental para alcanzar una mejor acción parasitoide.

Se recomienda la técnica de liberar el Trichogramma en su estado adulto, llevando las pulgadas con el parasitoide ya emergido al campo, en porrones de boca ancha. Se debe hacer una uniforme distribución del parasitoide en toda el área sembrada. Es importante destacar que el pegador del follaje Omiodes indicata es altamente susceptible a Trichogramma y que su control químico es errático, dada la dificultad de matar las larvas por ingestión o por contacto, ya que ellas permanecen protegidas dentro de un "paquete" que las larvas construyen.

La colonización del predator de larvas Polistes spp. bajo el sistema de trasladar nidos a chozas ubicadas cerca de los lotes de soya, es otra medida de carácter biológico altamente efectiva que debe adoptarse desde la época de iniciación del cultivo. Además del parasitoide Trichogramma y el predator Polistes, llegan a la soya variadas especies de insectos benéficos entre los cuales merecen destacarse Toxophoroides apicalis (Cresson) y Calleida sp., importante parasitoide y predator respectivamente de Omiodes indicata, además Microcharops bimaculata y Nomuraea rileyi (Farlow) parasitoide y patógeno de Anticarsia gemmatalis.

Como medidas complementarias, en situaciones que se justifican, puede usarse Bacillus thuringiensis (Dipel, Thuricide), en dosis de 800-100 gramos/hectárea, cuando ocurra en una población de larvas que amenace defoliación superior al 15% en época de floración y formación de vainas. Además de este control microbiológico, altamente compatible con todos los agentes de control biológico existente en el cultivo, se ha comprobado la efectividad de otro control microbiológico, Baculovius anticarsia, el cual se constituye en una alternativa más para reducir las poblaciones larvales de Anticarsia

y otras especies defoliadoras.

El Heliiothis virescens (F.) ó perforador de vainas, recibía antes de una a dos aplicaciones de insecticidas buscando reducir su daño en esta leguminosa. Actualmente la plaga se maneja en su estado de huevo con Trichogramma y las liberaciones indicadas para el grupo de plagas del follaje que realizan un efecto múltiple controlando muy bien Heliiothis. Sin embargo, se deben intensificar las liberaciones del parasitoide cuando las evaluaciones de campo muestren incrementos en la oviposición de este perforador.

Otros lepidopteros del cogollo y de las vainas de la soya son Epinotia sp. que se ha presentado en el Valle del Cauca ocasionalmente y Maruca testulalis que ataca la soya en los Llanos Orientales. Son plagas potenciales contra las cuales deben emplearse programas de manejo que necesariamente incluyan uniformidad en épocas de siembra, mínimo uso de insecticidas en la región para favorecer equilibrios biológicos dentro del agroecosistema.

El programa estructurado para el manejo de plagas en soya incluye además de agentes benéficos toda una serie de medidas culturales, legales y aún químicas pero totalmente selectivas u en caso plenamente justificadas, como sería ante poblaciones muy abundantes de crisomélidos. El manejo de plagas aquí descrito puede alcanzar un 69% de reducción en costos de producción. Cuando se acude a la integración de controles culturales, biológicos y químicos (caso de crisomélidos), la reducción en costos es del 19%.

Para lograr oportunidad y el éxito en el manejo de las plagas de la soya es indispensable conocer la situación de campo realizando evaluaciones sistemáticas que informen de la llegada y avance del daño ocasionado por las plagas y simultáneamente, evaluaciones sobre el trabajo que cumplen los agentes de control biológico.

5. Control de Erinnyis ello plaga de la yuca

Las actividades de capacitación, extensión y divulgación de los resultados de la investigación son complementarias en un proceso de desarrollo agrícola. La aplicación de recomendaciones para el manejo de plagas por parte del agricultor, es muy gradual, necesitándose de campañas permanentes para informar y enseñar las nuevas tecnologías. Las instrucciones y demostraciones de los cambios recomendados a nivel de finca puede ser una de las mayores estrategias de transferencia, una vez se tenga consolidado todos los pasos a seguir y se conforme el paquete tecnológico o programa de manejo de un problema entomológico.

En el caso específico de la yuca, el CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), ha consolidado un Programa de Manejo de una de las plagas más importantes del cultivo en América, como es el gusano cachón Erinnyis ello (L.). Para su manejo se han integrado controles físicos, biológicos, microbiológicos y culturales. Las trampas de luz para detectar la aparición de la plaga, el uso del Bacillus thuringiensis y Baculovirus erinnyis para bajar las poblaciones de larvas, el empleo de liberaciones de Trichogramma spp. para incrementar el parasitismo en huevos y el máximo aprovechamiento del control biológico natural como parasitoides, depredadores y entomopatógenos, son parte de los recursos existentes para regular las poblaciones de E. ello.

A pesar de la tecnología generada, el agricultor desconoce estos mecanismos de lucha, siendo de vital importancia enseñárselos, verificando en su propia finca la bondad de las medidas y realizando simultáneamente los ajustes necesarios o implementando otros mecanismos.

Las severas defoliaciones ocasionadas por las larvas del gusano cachón de la yuca en varias zonas productoras, han justificado la búsqueda de más alternativas biológicas para frenar la plaga antes de que ocasione daños económicos. Una de estas alternativas ha sido el uso de Trichogramma.

Trabajos realizados por el ICA, durante los años 1987, 1989 y 1990 en Palmira (Valle, Colombia), demuestran que es posible manejar exitosamente las poblaciones de E. ello mediante liberaciones de Trichogramma, iniciando éstas a la aparición de los primeros adultos ó los primeros huevos del gusano cachón y continuándolas, cada 7 u 8 días, en dosis de 20 a 50 pulgadas/ha. por cada fecha, de acuerdo al grado de oviposición que se encuentre de plaga y los niveles de parasitismos alcanzados.

Se ha registrado parasitismos naturales en huevos de E. ello por Trichogramma y Telenomus hasta de un 34%, los cuales después de ordenar liberaciones con el parasitoide Trichogramma se han incrementado a niveles superiores al 90%.

El alto control biológico natural e inducido sobre huevos de Erinnyis, complementado con recolección manual de larvas y colonización de Polistes sp. pueden ser una alternativa eficiente para reducir las altas poblaciones del gusano cachón de la yuca.

El control microbiológico a base de Bacillus thuringiensis y Baculovirus erinnyis son otras alternativas eficientes a las cuales se debe acudir cuando no se logre manejar biológicamente los huevos de Erinnyis ello con liberaciones de Trichogramma. Se debe liberar el parasitoide siguiendo un criterio preventivo a la presencia de los primeros adultos y/o huevos de Erinnyis. Esta práctica de liberaciones a la vez que se presenta ventajas ecológicas al permitir el resurgimiento y acción de una variada fauna benéfica

que se encuentra y llega al cultivo, resulta más ventajosa económicamente, reduciendo los costos en más de una 53% con respecto al costo que equivaldría hacer (2) aplicaciones de insecticidas para el control químico de las larvas de este insecto.

6. Bibliografía

GARCIA, R. F. El Cogollero del Tomate Scrobipalpus absoluta (Meyrick), en el Valle del Cauca. ICA. Sección Entomología 5 p. (material mimeografiado). 1974.

GARCIA, R. F. et al. El Scrobipalpus absoluta (Meyrick), nueva plaga de tomate en Colombia. En: Memorias II Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Julio 7-10 de 1974. Cali. Colombia. 1974.

GARCIA, R. F. Manejo del Cogollero del tomate Scrobipalpus absoluta (Meyrick), Nueva Plaga del Tomate en Colombia. En: Memorias de VII Foro Entomológico. Plagas de Frutales, Hortalizas y Ornamentales. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira (Colombia). 1983.

GARCIA, R.F. El Manejo del Cogollero del Tomate, Scrobipalpus absoluta, en el Valle del Cauca. En: Miscelánea No. 4. Sociedad Colombiana de Entomología. 1986. 5 p.

GARCIA, R. F. Control Biológico de Plagas en Soya, Valle del Cauca, Colombia. ASIAVA No. 31, 1989. p.20-21.

GARCIA, R. F. Control Biológico y Microbiológico de Algunas Plagas de la Soya en el Valle del Cauca. Colombia. Actas IV Conferencia Mundial de Investigación en Soya. 5-9 Marzo de 1989. Buenos Aires. 1989.

ICA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Informes Anuales de Labores. 1970-1989. Programa de Entomología. C.I. Palmira. 1970-1989. (Material mimeografiado)

ICA. Sección de Entomología. Bogotá (Colombia) 1977-1989. Notas y Noticias Entomológicas. (Material mimeografiado). 1977-1989.

GARCIA, R. F. Manejo de Plagas del Algodonero en el Valle del Cauca. Colombia. En: Curso sobre Manejo del Algodonero. ICA. Buga. Mayo 13-15. 1991. pp. 241-254.

Tabla 1. REDUCCION EN COSTOS POR INTEGRACION DEL CONTROL BIOLÓGICO EN PROGRAMAS DE MANEJO DE PLAGAS. C.I. PALMIRA, PALMIRA, 1977 VS. 1989

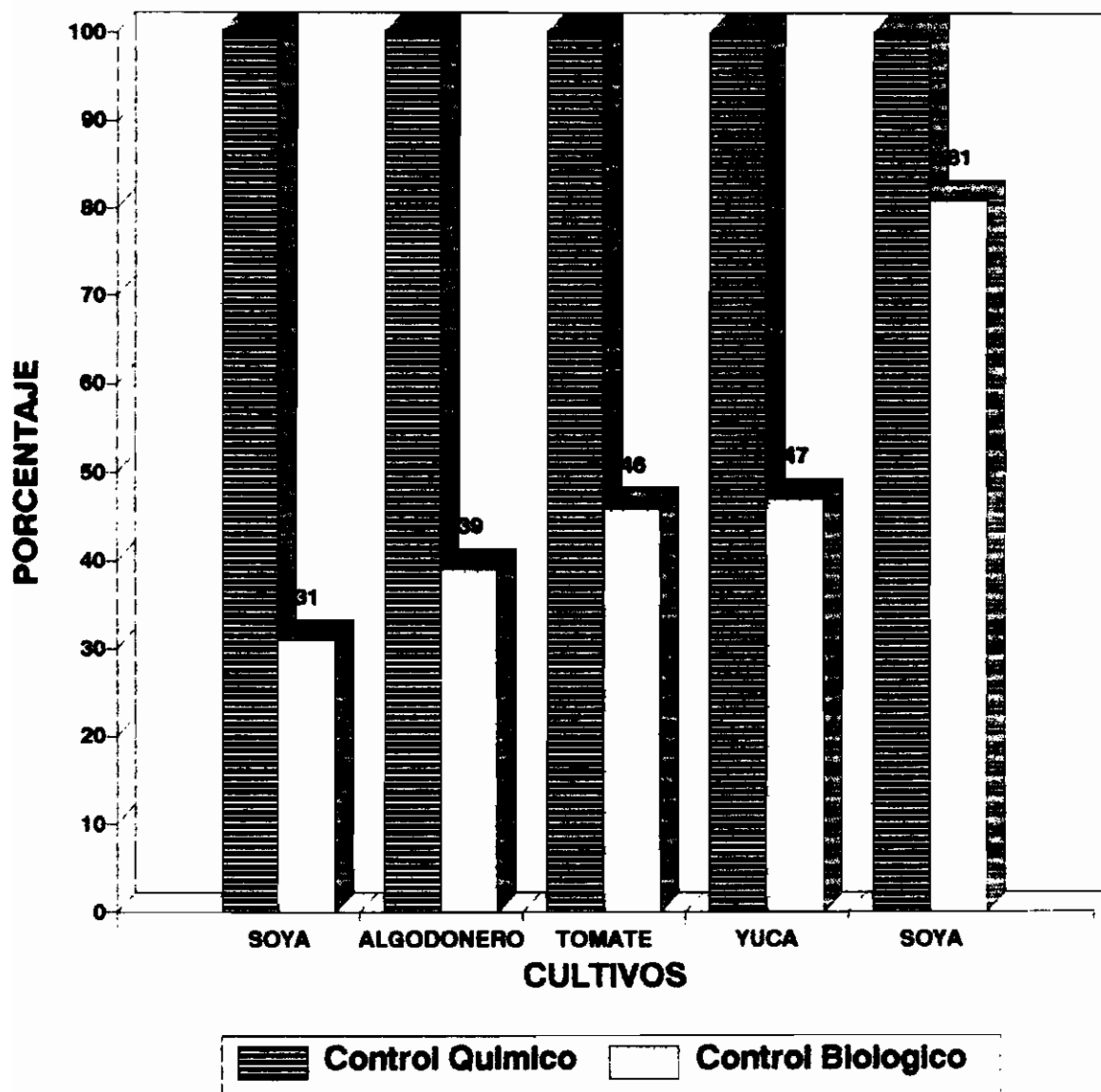
| Cultivo | Plagas | Control Químico (1977) | | Manejo Integrado 1989 | | | Control Biol y Micr (\$/ha.) | Reducción en Costos (\$/ha) |
|------------|---|------------------------|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | | # Aplic. | Costo \$/ha. | Control Químico | Control Microbiol. | Control Biológico | | |
| Algodonero | Heliothis Alabama | 20 | 200.000 | 0 | 0 | Trichogramma 10:230 | 7.000 | 193.000 |
| Tomate | Scrobipalpula | 40 | 240.000 | 0 | 5 | Trichogramma 12:1200 | 30.000+ 36.000 | 174.000 |
| Soya | Anticarsia Omodes Semiothisa Heliothis | 3 | 24.000 | 0 | 0 | Trichogramma 5:150 | 5.000 | 19.000 |
| Yuca | Erinnys | 2 | 15.000 | 0 | 0 | Trichogramma 10:230 | 7.000 | 8.000 |

Costo promedio control químico/ha: Algodonero \$10.000, Tomate \$ 6.000, Soya \$8.000, Yuca \$7.500
 Costo pulgada Trichogramma liberada: \$30.00

Tabla 2. PORCENTAJE DE REDUCCION EN COSTOS AL USAR CONTROL BIOLÓGICO EN COMPARACION CON EL COSTO DEL CONTROL QUIMICO DE PLAGAS VALLE DEL CAUCA. 1989

| Cultivos | Control Químico | | Control Integrado | | | Total (\$/ha) | % Reducción Costos/ha. |
|------------|-----------------|----------|-------------------|----------|----------------------|---------------|------------------------|
| | # Aplicac. | (\$/ha.) | # Aplicac. | (\$/ha.) | C. Biológico (\$/ha) | | |
| Algodonero | 7 | 70.000 | 2 | 20.000 | 7.000 | 27.000 | 61,43 |
| Tomate | 24 | 144.000 | 5 | 30.000 | 36.000 | 66.000 | 54,17 |
| Soya | 2 | 16.000 | 1 | 8.000 | 5.000 | 13.000 | 18,75 |
| | | | 0 | --- | 5.000 | 5.000 | 68,75 |
| Yuca | 2 | 15.000 | - | --- | 7.000 | 7.000 | 53,33 |

Fig 1. COMPARACION DE LOS COSTOS DEL CONTROL QUIMICO vs. CONTROL BIOLÓGICO



Programa

Día 1 (10.02.1994)

| | | |
|--------------------|---|--|
| 07.30-08.30 | | Inscripción |
| 08.30-08.55 | Christian Mora (Gerente Regional de CORPOICA) | Inauguración |
| 08.55-09.00 | Adrian Maître (CIAT) | Introducción |
| 09.00-12.30 | César Cardona (CIAT) | <u>Presidente de Mesa</u> |
| 09.00-09.30 | Luis José Camargo (Comité de Cafeteros) | - Manejo Integrado de la Broca en la Provincia de Guantán |
| 09.30-10.00 | Claudio Fuentes (ICA) | - Manejo Integrado de Plagas del Tomate en el CRECED Guanenta-Comuneros |
| 10.00-10.30 | | Refrigerio/Pausa |
| 10.30-11.00 | <u>Alfonso Peñaranda</u> /Adrian Maître (CIAT/COMULSEB) | - La Producción de Cebolla de Rama en Barichara y la Factibilidad de una Producción Libre de Pesticidas |

| | | |
|--------------------|---|---|
| 11.00-11.30 | José Tinoco (Coltabaco) | - Desarrollo y Obtención de una Nueva Variedad de Tabaco Negro (<u>N. tabacum</u> L.) tipo García con Resistencia Genética a Pata Prieta (<u>P. parasitica</u> var. <u>nicotiane</u>) Raza O, a través de Cultivos de Anteras. |
| 11.30-12.00 | Adrian Maître (CIAT) | - Mejoramiento Genético de Frijol: El Caso de la Línea Promisoria AFR 638 |
| 12.00-12.30 | <u>Alirio Moreno/Clara León</u> (CORPOICA) | - Proyecto de Recuperación de Suelos de Ladera Degradados por la Erosión Mediante el Uso de Procedimientos Biológico-Forestales |
| 12.30-14.00 | | Almuerzo |
| 14.00-17.30 | Fabián Jiménez (CORPOICA) | <u>Presidente de Mesa</u> |
| 14.00-14.30 | Tomás León (Universidad Jorge Tadeo Lozano/SEPAS) | - Efectos de la Agricultura Biológica y Convencional en la Fertilidad y Conservación de Suelos (San Gil) |

| | | | |
|-------------|---|---|---|
| 14.30-15.00 | Tomás León (SEPAS/Universidad Jorge Tadeo Lozano) | - | Efectos de la Agricultura Biológica y Convencional en la Producción de Frijol (San Gil) |
| 15.00-15.30 | Jaime Barreto (INDERENA) | - | Reforestación en una Microcuenca: El Caso de Curití |
| 15.30-16.00 | | | Refrigerio/Pausa |
| 16.00-16.30 | Lilian Astrid Chaparro (SEPAS/Comité de Cafeteros) | - | Reforestación Comunitaria |
| 16.30-17.00 | <u>Pablo Martínez</u> /Adrian Maître (Fundación Universitaria/CIAT) | - | Un Caso de Generación Espontánea de Medidas para el Control de Erosión: Las Zanjas de Desviación |
| 17.00-17.30 | Juan José Tarazona (COMULSEB/CIAT) | - | Efectos del Uso de un Arado Mejorado de Tracción Animal en Barichara |

Día 2 (11.02.1994)

Mañana

| | | | |
|-------------|----------------------------|---|--|
| 08.00-09.00 | Hernando Barajas (ICA) | - | Control Integrado de Plagas |
| 09.00-10.00 | Cesar Cardona (CIAT) | - | Manejo Integrado de Plagas: Análisis y Perspectivas |
| 10.00-10.30 | | | Refrigerio/Pausa |
| 10.30-11.30 | Hernando Mendez (CORPOICA) | - | Proyectos de Manejo y Conservación de Suelo Adelantados en Santander por CORPOICA |
| 11.30-12.30 | Karl Müller (CIAT) | - | Conservación de Suelos en Yuca |
| 12.30-14.00 | | | Almuerzo |

Tarde

14.00-
aprox 16.30

Grupos de Trabajo

Moderadores

- | | | |
|----|----------------------------|---------------|
| 1. | Manejo integrado de plagas | Cesar Cardona |
| 2. | Conservación de suelo | Karl Müller |
| 3. | Agricultura Biológica | Tomás León |
| 4. | Reforestación | Jaime Barreto |

16.45-17.45

Mesa Redonda

Claudio Fuentes

17.45-18.00

Clausura

Adrian Maître

Lista de Participantes

| | <u>Nombre</u> | <u>Entidad</u> |
|-----|---------------------------|-------------------------------------|
| 1. | Fernando Almonacid | Comité Cafeteros |
| 2. | Leonidas Angarita | COLTABACO |
| 3. | Hernándo Barajas | ICA |
| 4. | Jorge Barco | COLTABACO |
| 5. | Luís Barragán | SEPAS |
| 6. | Jaime Barreto | INDERENA |
| 7. | Nohemí Bohada Ballesteros | Secretaría de Agua y Medio Ambiente |
| 8. | Luís Camargo | Comité Cafeteros |
| 9. | Luís Cano | Comité Cafeteros/UMATA |
| 10. | César Cardona | CIAT |
| 11. | Lilian Chaparro | SEPAS |
| 12. | Juan Espinoza | SEPAS |
| 13. | Claudio Fuentes | ICA |
| 14. | Octavio García Ramírez | UMATA Palmar |
| 15. | Belén Gómez | UMATA San Gil |
| 16. | Alfonso González Parra | UMATA Barichara |
| 17. | Calorio González | COMULSEB Barichara |

| | | |
|-----|-------------------------|--|
| 18. | Eliseo Gutiérrez Cruz | COMERCOOP |
| 19. | Alirio Hernández | UMATA Páramo |
| 20. | Clara León | CORPOICA |
| 21. | Pedro León Macias | PROTABACO |
| 22. | Tomás León S. | Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano" |
| 23. | Adrian Maître | CIAT |
| 24. | Pablo Martínez | SEPAS |
| 25. | Hernándo Méndez | CORPOICA |
| 26. | Alvaro Meneses | PROTABACO |
| 27. | Christian Mora | CORPOICA |
| 28. | Alirio Moreno | CORPOICA |
| 29. | Karl Müller-Saemann | CIAT |
| 30. | Serafín Nuñez Nuñez | UMATA San Gil |
| 31. | Alfonso Peñaranda | PROTABACO |
| 32. | Rocio Pérez Silva | Secrtería Fomento Agropecuario |
| 33. | Gilberto Pinzón Guevara | UMATA Palmas Socorro/Guadalupe |
| 34. | Miguel Plata | PROTABACO |
| 35. | Augusto Ramírez | PROTABACO |
| 36. | Jacqueline Remolina | Universidad Nacional Bogotá |
| 37. | Gonzalo Rivera Prada | UMATA Cabrera |

| | | |
|-----|--------------------|------------------------------|
| 38. | Edgar Rodríguez | SEPAS |
| 39. | Eduardo Rodríguez | UMATA San Gil |
| 40. | Jorge Rodríguez | UIS/Estudios a Distancia |
| 41. | William Rodríguez | UMATA Onzaga |
| 42. | Jesús Rojas | PROTABACO |
| 43. | Carlos Rueda Neira | Particular |
| 44. | Pedro Sánchez | UMATA Oiba |
| 45. | José Sierra | UMATA Galán |
| 46. | Luis Sierra | Cooperativa Villanueva Ltda. |
| 47. | Jairo Silva Urrea | UMATA Chima |
| 48. | Juan Tarazona | Particular |
| 49. | José Tinoco | COLTABACO |