



MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN



**PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA
AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

**OPCIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR
CON LOS PRINCIPIOS DE LA
AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

AG: MAG/FAO/HOLANDA GCP/COS/012/NET
Informe Técnico No. 8

*“FOMENTO Y APLICACIÓN DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN
Y MANEJO DE TIERRAS EN COSTA RICA”*

COSTA RICA

PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA:

*OPCIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LOS
PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA*



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN



San José, 1997



SERIE: AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

TEMA II: PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

MÓDULO II-7

OPCIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LOS PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

El contenido de este Módulo es el resultado del esfuerzo de un equipo de trabajo compuesto por agricultores, sus familias y organizaciones, por técnicos locales, regionales y nacionales del MAG y de la FAO, quienes han contribuido a poner en marcha los conceptos y acciones de agricultura conservacionista promovidas por el Proyecto MAG/FAO/GCP/COS/012/NET.

Coordinación y elaboración
 Marcos José Vieira
 Diógenes Cubero

Análisis económico
 Jorge Mario Trujillo
 Roberto Azofeifa

Supervisión técnica y operativa
 Pieter Dercksen - José R. Benites (FAO/Roma)

Correcciones y sugerencias
 Nelly de Kroes

Equipo técnico (orden alfabético)

<i>Alexandra Bot - FAO/Pacífico Seco</i>	<i>Jeroen Rijniers - FAO/Pacífico Seco</i>
<i>Alex Díaz - MAG/Cedral</i>	<i>Johel Peraza - MAG/Pacífico Central</i>
<i>Allan Alfaro - MAG/La Fortuna</i>	<i>Jorge Mario Trujillo - FAO/San José</i>
<i>Alfredo Bruno - FAO/San José</i>	<i>José Lewis - MAG/Tierra Blanca</i>
<i>Alvaro Chaves - MAG/Central</i>	<i>José Cascante - MAG/San Mateo</i>
<i>Ana Cecilia Arias - FAO/Central</i>	<i>Juan Bautista Fernández - FAO/Central</i>
<i>Ana Lucía Ureña - MAG/Atenas</i>	<i>Juan Bautista Méndez - MAG/Hojancha</i>
<i>Asdrúbal Campos - MAG/Hojancha</i>	<i>Juan C. Moya - MAG/Pacífico Central</i>
<i>Carlos Achío Tacsan - MAG/Tilarán</i>	<i>Leticia Badilla - MAG/San Mateo</i>
<i>Carlos Barboza - MAG/San Mateo</i>	<i>Marcos J. Vieira - FAO/San José</i>
<i>Daniel Jeldres - FAO/San José</i>	<i>Martín García - MAG/Atenas</i>
<i>David Meneses - MAG/Huetar Norte</i>	<i>Nelly de Kroes - FAO/San José</i>
<i>Diógenes Cubero - MAG/San José</i>	<i>Oscar Brenes - FAO/Pacífico Seco</i>
<i>Eliécer Molina - MAG/Tilarán</i>	<i>Oscar Cid - MAG/Pacífico Seco</i>
<i>Erik Sauer - FAO/Tierra Blanca</i>	<i>Paul van Enkevort - FAO/San José</i>
<i>Freddy Azofeifa - MAG/Cedral</i>	<i>Patrick van Laake - FAO/San José</i>
<i>Gerardo Miranda - MAG/San Mateo</i>	<i>Rafael Mesén - MAG/Tierra Blanca</i>
<i>Gilberto Palacios - FAO/Pacífico Central</i>	<i>Rafael Ocampo - MAG/La Fortuna</i>
<i>Javier Ávila - MAG/Huetar Norte</i>	<i>Roberto Azofeifa - MAG/San José</i>

Corrección filológica y corrección de pruebas
 Maritza Mena Campos

Diagramación
 Aida Elena Cascante

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.
 ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.
 Planificación Participativa para la Agricultura Conservacionista
 Opciones técnicas para cumplir con los principios de la Agricultura Conservacionista
 San José, 1997, 190 pp.

<http://www.fao.org/waicent/Faoinfo/Agricult/AGL/AGLS/COSTA.HTM>

ÍNDICE

<i>PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: OPCIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LOS PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA</i>	5
<i>INTRODUCCIÓN</i>	7
<i>OPCIONES PARA INTERVENIR EN EL USO DE LA TIERRA</i>	8
<i>OPCIONES DE MANEJO DE LOS CULTIVOS</i>	13
<i>OPCIONES DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN</i>	13
<i>VARIABLES FITOTÉCNICAS EN LA INSTALACIÓN Y MANEJO DE LOS CULTIVOS</i>	49
<i>MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO</i>	70
<i>MANEJO DE MALEZAS</i>	93
<i>COMBINACIONES Y ARREGLOS DE CULTIVOS</i>	96
<i>OTRAS OPCIONES DE COMBINACIÓN Y ARREGLO ESPACIAL DE CULTIVOS</i>	105
<i>USO Y MANEJO DE AGROQUÍMICOS</i>	108
<i>PRODUCCIÓN ANIMAL</i>	114
<i>ACTIVIDADES DE FORESTERÍA</i>	136
<i>MANEJO DE AGUA Y PEQUEÑO RIEGO (RIEGO ARTESANAL)</i>	145
<i>PRÁCTICAS FÍSICAS</i>	156
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	189





PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

*OPCIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LOS
PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA*



En este Módulo II-7 se presenta una serie de opciones técnicas para cumplir con los principios de la agricultura conservacionista.

Para recordar lo que ha sido presentado en el documento que encabeza esta SERIE, "AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: un enfoque para producir y conservar", los principios de la agricultura conservacionista que han sido planteados son:

- aumento de la productividad
- aumento de la cobertura vegetal del terreno
- aumento de la infiltración del agua
- control de la escorrentía
- manejo adecuado de la fertilidad del suelo y mantenimiento de la materia orgánica
- evitar o reducir la contaminación

El objetivo de este Módulo II-7 es ofrecer a los extensionistas un material básico para facilitar la toma de decisiones en la selección de opciones técnicas de agricultura conservacionista, con el fin de corregir algunos de los problemas de producción y de degradación de la tierra enfrentados por los productores del país. Las opciones que ya han sido planificadas, ejecutadas y evaluadas por el Proyecto son descritas con mayor detalle.

Se presenta, de manera sucinta, otras opciones que no han sido propiamente implementadas en los años de ejecución del Proyecto, pero que pueden ser todavía planificadas, validadas y difundidas por los extensionistas en su trabajo rutinario con los grupos de agricultores.

Las prácticas aquí presentadas no forman todo el universo de opciones disponibles para satisfacer estos principios. En el ámbito del territorio nacional, puede existir una serie de otras opciones que cumplen con los principios de la agricultura conservacionista y que podrían ser añadidas a este documento. Prácticas que han sido desarrolladas por otras instituciones, organizaciones y proyectos, prácticas autóctonas utilizadas por agricultores avanzados en cada zona y sistema de producción; todas, indistintamente, podrían ser consideradas.

Las opciones técnicas son presentadas en este Módulo II-7 en la misma secuencia con que se hallan en la MATRIZ anexada al Módulo II-5.

Tomando en cuenta que el uso inadecuado de la tierra es una de las causas más importantes para el establecimiento de procesos de degradación, la adopción de técnicas de cambio de uso es deseable. Sin embargo, en las zonas de ladera, con distribución minifundista de la tierra, casi siempre es difícil promover el cambio de uso. Los agricultores están sujetos a una serie de presiones externas que muchas veces no los motiva a cambiar el uso de su tierra. Por ejemplo, el mercado ya conocido, la facilidad de comercialización, precios relativos y el saber-hacer son algunos de los factores que favorecen la permanencia de las condiciones actuales de uso de la tierra en cualquier finca o microcuenca hidrográfica.

La adopción de una actitud flexible en relación con el uso de la tierra, que busque formas mejoradas de manejo, ajustadas a los sistemas de producción y que sean capaces de reducir el impacto negativo del uso sobre el recurso, parece ser la manera más apropiada para llegar a cambios más factibles desde el punto de vista de adopción, menos riesgosos para el productor y más duraderos.

Algunas opciones técnicas sencillas que posibilitan un ajuste entre la capacidad de los recursos de tierra y el uso del suelo son presentados a continuación.

MANTENIMIENTO O MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL BOSCOSA

Costa Rica aún posee cerca del 48 por ciento de su territorio en condiciones de bosque natural (virgen o intervenido) y bosque secundario (COSTA RICA, 1995). Aunque gran parte de esta superficie boscosa se encuentra en la categoría de área protegida (parques nacionales, reservas biológicas, etc.), otra gran parte se halla dentro de fincas, protegida y manejada por los productores del país.

Casi siempre dentro de una finca hay una pequeña área cubierta por bosques, ya sea un bosque natural intacto, intervenido, secundario o un tacotal grueso.

En este sentido, el extensionista puede planificar e implementar con los agricultores de la microcuenca hidrográfica, de acuerdo con los enunciados de la legislación vigente, un proceso de mejoramiento de la cobertura boscosa en las fincas, tomando en cuenta las siguientes posibilidades:

- Mantener los bloques de bosques naturales aún intactos y bien ubicados, en procura de darles algún aprovechamiento económico: ecoturismo, apicultura, etc.
- Procurar unir los diferentes bloques de bosques naturales existentes en la microcuenca a través de la siembra o regeneración natural en las orillas de las fuentes y cursos de agua, como forma de posibilitar un impacto positivo en el recurso agua y la fauna silvestre.
- A mediano plazo, reubicar los bosques ya intervenidos, secundarios o tacotales gruesos, que estén situados en terrenos con buen potencial para la producción agropecuaria hacia las áreas de potencial más bajo para las actividades de producción agropecuaria; reubicar a estas hacia las anteriores áreas de bosques.
- Enriquecer los bosques intervenidos, secundarios y tacotales gruesos con especies de aprovechamiento económico: madera, leña, forraje, mielíferas, uso múltiple en la finca (estacas, estacones, postes, etc.), efecto paisajístico, alimentación de la fauna silvestre, entre otras.
- Permitir la regeneración natural en aquellas áreas estratégicas para los objetivos de protección y en áreas críticas en relación con los procesos de degradación, con el propósito de enriquecer el proceso natural con especies de interés para aprovechamiento, tal como ya ha sido descrito en el punto anterior.

Cabe siempre señalar que las áreas prioritarias para tener cobertura boscosa son aquellas que intervienen más directamente en las nacientes y cursos de agua, igualmente que las áreas críticas en relación con los procesos de degradación de los recursos naturales.

Asimismo, hay que considerar que los bosques homogéneos sembrados para la producción de madera u otro tipo de producto no necesariamente presentan un comportamiento hidrológico similar al bosque natural. En el bosque homogéneo sembrado, en general no se presentan los demás estratos (sotobosque arbóreo y arbustivo, plantas epífitas y bejucosas y la capa de hojarasca y manto de material orgánico en descomposición permanente), los cuales son fundamentales en el comportamiento del agua dentro de un área boscosa.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ACTIVIDADES EN LA FINCA Y LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA

En las fincas pequeñas y, por ende en las microcuencas hidrográficas, las actividades productivas (agricultura, pecuaria, forestal) y de protección no siempre están ubicadas y distribuidas conforme un modelo que se acerque al uso preferible o adecuado de la tierra. Asimismo, es común que ocurra la siembra en bloques cuadrados o rectangulares, sin tomar en cuenta las formas del relieve y pendientes del terreno. En este caso, después de la mala instalación de un cultivo o actividad, muchas veces no es posible o es poco práctico el trabajo a contorno en las áreas vecinas a él; si se trata de un área con ganadería, no se puede instalar un callejón a contorno, o el ganado tiene que bajar y subir una ladera, etc.

En este sentido, la planificación a mediano plazo de la finca y de la cuenca hidrográfica, que reorganice espacialmente algunas actividades, aunque mantenga los mismos sistemas de producción, puede favorecer el proceso de ordenamiento para el uso más adecuado de la tierra.

Algunos aspectos importantes deben ser tomados en cuenta en este proceso:

- La reorganización en la distribución espacial de las actividades de una finca o microcuenca hidrográfica es más fácil de ser aceptada por los productores cuando se mantienen los mismos sistemas de producción.
- La capacidad de uso de la tierra debe servir como una guía para la reorganización espacial; sin embargo, deben ser tomados en cuenta otros factores que son importantes desde el punto de vista del productor. Por ejemplo, rentabilidad, mercado, facilidad de comercialización, conocimientos y destrezas, entre otros.
- El diseño de las áreas de cultivos y actividades instaladas en terrenos de laderas deben seguir las formas del relieve, en un diseño de fajas a contorno. Eso para permitir que tanto el área misma como los cultivos y actividades vecinas, puedan ser también realizados a contorno. Si un terreno de ladera es cultivado sin tomar en cuenta este factor (se hacen bloques de cultivos de forma cuadrada, rectangular, etc.), normalmente las actividades alrededor no es factible hacerlas a contorno. Esta situación todavía es más grave donde se trata de bloques de cultivos o actividades permanentes, que van a estar en el área por muchos años.

INTENSIFICACIÓN VS EXTENSIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y DE PROTECCIÓN

Los sistemas de producción en áreas de ladera normalmente poseen uno o dos productos comerciales. Los demás son productos dirigidos al autoconsumo o son productos considerados de ingreso marginal, los cuales ocupan el área de la finca con baja inversión en mano de obra e insumos y, normalmente, con baja productividad.

En otros casos, la actividad es extensiva y de baja productividad, como la ganadería por ejemplo.

Acerca de estas actividades consideradas en un "segundo plano" por el agricultor, no es difícil aumentar la productividad con medidas sencillas y baratas. Una vez aumentada la productividad, se puede reducir el área ocupada por ellas, con lo cual se liberan áreas para actividades menos intensivas o de protección.

Por ejemplo, en el cultivo de maíz y frijol, aumentar la productividad en un 30 por ciento, a través del uso de una semilla de mejor calidad, mejor control de malezas, cosecha en la época correcta y almacenamiento adecuado, no es una tarea cara o difícil (véase las prácticas para maíz y frijol más adelante). Si se mantiene el mismo nivel de consumo anual en la finca, significa que el agricultor puede sembrar un 25 a 30 por ciento menos área de estos dos cultivos, lo cual reduce la necesidad de mano de obra.

Asimismo, al lograr pasar la capacidad de carga animal del sistema de producción ganadero de los actuales 0,6 U.A./ha para 1,2 U.A./ha, se puede mantener el mismo hato en cerca de la mitad del área de pastos (véase prácticas para áreas ganaderas más adelante).

En ambos casos, las áreas que son liberadas pueden ser utilizadas de manera más apropiada a la capacidad de uso de la tierra. Se podrían liberar aquellas áreas que presentan más limitaciones para estas actividades y destinarlas a otras actividades menos intensivas.

CULTIVOS PERMANENTES CON COBERTURA

En las zonas de ladera con fincas pequeñas, en donde el productor generalmente no dispone de área con variabilidad de condiciones como para permitir una planificación adecuada y económica de uso de la tierra, la siembra de cultivos perennes arbóreos y arbustivos,

con cobertura densa de las áreas entre los árboles, puede ser una opción económica aceptable y ambientalmente eficaz, en las circunstancias de los recursos naturales disponibles.

En este caso, cultivos como la mora silvestre, aguacate, marañón, pejibaye, entre otros, pueden ser cultivados en áreas de laderas fuertes, con densa cobertura vegetal del terreno. Las plantas que se pueden utilizar como cobertura deben ser validadas en cada zona edafoclimática; sin embargo, pueden funcionar adecuadamente el maní forrajero y la mucuna. El maní tiene como características ventajosas el hecho de ser perenne y rastrero, de "amarrar" bien el suelo y exigir poco manejo con chapeas. Además, sirve como forraje al ganado. La mucuna produce una gran cantidad de biomasa rica en nitrógeno (más de 100 kg de N/ha ha sido medido en Labrador de San Mateo), se descompone y recicla fácilmente los nutrientes, se reproduce por semilla sexual y también sirve como forraje; no obstante, la siembra es anual y exige un manejo adecuado a través de chapeas, por lo voluble que es. En algunas condiciones climáticas y sistemas de producción específicos, es posible que la mucuna pueda ser manejada con la resiembra natural (caída de las semillas al suelo y germinación posterior); empero, esta posibilidad carece de evaluaciones con más criterio.

Otra posibilidad es el manejo de las propias malezas presentes en el terreno a través de chapeas altas o selectivas, o ambas. La chapea selectiva se realiza quitando o chapeando drásticamente apenas las plantas con características no deseables (aquellas que tienen espinas, que son urticantes o muy agresivas y compiten con el cultivo, que producen sombra, etc.), chapeando más alto aquellas que presentan características deseables (son rastreras y permiten fácilmente caminar sobre ellas, que cubren bien el terreno, presentan poca competencia con el cultivo, etc.).

En este ítem se presentan las opciones técnicas de agricultura conservacionista relacionadas con el manejo de los cultivos en sus diferentes componentes, desde la preparación del terreno hasta el manejo postcosecha.

OPCIONES DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN

La labranza es un componente importante en los sistemas de producción, principalmente en aquellos que incluyen los cultivos de ciclo anual o más cortos, en donde esta labor es ejecutada con frecuencia. Ella incide en muchas de las características y capacidades del suelo, que, a su vez, están relacionadas con el crecimiento de las plantas, la producción y la calidad del propio suelo y del agua.

Al determinar en gran medida el grado de cobertura vegetal del terreno y la calidad de la estructura del suelo, la labranza puede influir decisivamente en la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, así como definir la capacidad de estos de acelerar o reducir los procesos de degradación, tales como la erosión hídrica, la pérdida de fertilidad del suelo e, indirectamente, la contaminación del agua.

En resumen, se podría decir que la producción y las condiciones del suelo y del agua en las áreas de cultivo están directamente relacionadas con el sistema de labranza que se utilice.

Desde el punto de vista de la producción y de la conservación, algunos principios generales, que se describen a continuación, deben orientar el desarrollo de las prácticas mejoradas de labranza en sistemas de producción de zonas tropicales húmedas:

- Todas las operaciones de labranza, sean cuales sean, deben ser realizadas a contorno;
- Excepto en condiciones especiales, en todos los sistemas de labranza se debe procurar reducir la utilización de equipos de discos en favor de equipos de dientes para roturar el suelo o utilizar sistemas de cero labranza;
- Asimismo, se debe intentar reducir el número de pasadas de equipos;
- Diversificar en el tiempo y en el espacio cultivado las operaciones de labranza, mediante la creación de opciones de labranza en franjas a contorno, labranza "rayada", labranza en líneas, etc.

En este sentido, el Proyecto MAG/FAO ha desarrollado algunas experiencias en las áreas piloto, intentando mejorar los sistemas de labranza en cuanto a la productividad de los cultivos y el comportamiento sobre el suelo.

A continuación se detallan diversas opciones y modalidades de labranza de conservación que han sido implementadas en la validación, demostración y difusión.

LABRANZA "RAYADA" PARA EL CULTIVO DE MAÍZ EN SAN ISIDRO Y ALTO SOCORRO DE HOJANCHA¹

Descripción del problema

En muchas áreas de ladera del país, la producción de maíz es una importante actividad para la subsistencia de las familias de pequeños agricultores, en donde el suelo es roturado en área total con el arado de vertedera de tracción animal y el maíz es cultivado en limpio, el terreno queda con bajo grado de cobertura de rastrojos y muy susceptible a la erosión. El resultado es la degradación del suelo y la reducción de la productividad, con el consecuente aumento de la dependencia de las familias por bienes externos a las fincas.

Con baja productividad promedio, el productor se ve obligado a cultivar más áreas marginales de ladera para satisfacer las necesidades del hogar y de los animales de corral. Al cultivar más áreas, él aumenta las posibilidades de degradación de los recursos naturales, las necesidades de mano de obra y los costos de producción. Además, le reduce el tiempo para otras tareas en la finca y fuera de esta.

Opción técnica seleccionada

El sistema de labranza utilizado es un factor importante para apoyar al agricultor en su objetivo de producir y conservar. En San Isidro y Alto Socorro de Hojancha se ha fomentado la adopción del sistema de labranza "rayada", el cual fue desarrollado localmente por algunos agricultores. Se trata de roturar el suelo a contorno solamente en la línea de siembra del maíz, dejando la calle cubierta con los rastrojos de los cultivos anteriores o de las malezas.

1. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Jeroen Rijniens, Juan Bautista Méndez, Oscar Brenes, Oscar Cid y Alexandra Bot.

El equipo utilizado para roturar el suelo es el mismo arado de vertedera de tracción animal o adaptado con un cincel en lugar de la vertedera. El maíz es sembrado en el borde inferior del surco. El control de malezas, tanto el anterior a la labranza como el posterior a la siembra del maíz, se hace de la manera tradicional, con el uso de machete o con el uso de herbicidas, de acuerdo con la mano de obra disponible (véase Módulo Tema I de esta Serie, Figura 8b, página 67).

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojanca;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 300 mm en el período de labranza y siembra del maíz;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 4 y 40 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor. Son terrenos muy deteriorados por años de uso con ganadería extensiva mal manejada.

Resultados obtenidos

Aunque no se hayan comparado rendimientos de cosecha en las diversas fincas que utilizan esta técnica, los agricultores que la practican afirman que los rendimientos se mantienen inalterados en relación con la labranza convencional en el área total. Por otro lado, los rendimientos de trabajo obtenidos con la labranza "rayada" y comparados con la convencional en el área total, son presentados en la Tabla 1. La labranza "rayada" reduce las horas trabajadas y el costo/ha de esta labor en un 51 por ciento promedio, aunque el costo promedio por metro lineal sea un 42 por ciento más elevado. La necesidad de desplazamiento del conjunto bueyes-boyero-arador se reduce en un 64 por ciento con el sistema de labranza "rayada", lo cual se traduce en un ahorro significativo de energía. Los rendimientos de trabajo varían con la pendiente, con las condiciones del terreno (raíces,

resistencia del suelo), con la potencia y habilidad de los bueyes para traccionar, etc. El costo/m lineal más alto probablemente se debe a la mayor dificultad para manejar los bueyes sin el surco guía que existe en la arada convencional en el área total.

Tabla 1: Rendimientos de trabajo y costos de labranza con tracción animal (yunta de bueyes) en área total y roturando solo las líneas de siembra ("labranza rayada") en algunas fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojanca (adaptado de Vieira et al., 1996).

Tipo de labranza	Pendiente* (%)	Tiempo** (h/ha)	Costo		Desplazamiento**** (m/ha)
			¢/ha	¢/m ***	
Vertedera (Área total)	4	57,1	34 286	0,81	42 500
	12	62,5	37 500	0,88	42 500
Cinzel o vertedera roturado en la línea (distancia de roturación)					
50 cm	12	20,6	12 360	0,62	20 000
60 cm	10-15	23,4	14 100	0,85	16 500
70 cm	35-40	50,0	30 075	2,07	14 500
80 cm	10	22,1	13 275	1,06	12 500
80 cm	8-15	29,5	17 700	1,42	12 500

(*) en cada finca varían las condiciones del terreno, los bueyes, los boyeros, etc.; (**) el total de horas gastadas (x4) = 2 bueyes + 1 boyero + 1 arador; (***) costo del conjunto (2 bueyes + 2 hombres) para arar 1m lineal; (****) distancia aproximada que se desplaza el conjunto para trabajar 1 ha de terreno.

Evaluación por los agricultores

Algunos de los agricultores evaluaron la labranza "rayada" de la siguiente manera: "Facilita el trabajo, abarata el costo de labranza, hace menos lavaderos, produce lo mismo."

Facilidades para realizar la práctica

La labranza "rayada" es muy fácil de ser ejecutada, ya que se puede utilizar el mismo arado de vertederas o el arado "de palo", un arado de cinzel rústico de madera. La adaptación del arado de vertedera para cinzel se puede hacer en un taller sencillo.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Alfisoles o inceptisoles. En suelos volcánicos podría funcionar adecuadamente. Se recomienda validarla. En suelos con presencia de aluminio, en niveles perjudiciales (ultisoles) por lo general requieren la incorporación de una enmienda de cal en el área total antes de iniciar sistemas reducidos de labranza.
- **Paisaje:** Ha sido utilizada en áreas de ladera con buen drenaje superficial e interno. En suelos de llanura, con algunas limitaciones de drenaje, debe ser evaluada antes de recomendarla en larga escala.
- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran maíz en condiciones de laderas con disponibilidad de tracción animal.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

El sistema de labranza "rayada" presenta un impacto positivo en la productividad, ya que reduce la necesidad de mano de obra y, por supuesto, costos de labranza; deja el terreno con mayor cantidad de cobertura, lo cual aumenta la infiltración del agua. En razón de lo anterior, la escorrentía tiende a reducirse. Las condiciones también son favorables para el mantenimiento de la materia orgánica en niveles más elevados. Con estos efectos, la probabilidad de contaminación de los recursos hídricos con sedimentos son menores. Las opciones de impacto más probables son presentadas en el Recuadro 1.

Recuadro 1: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial			ind	
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica			ind	
Evitar o reducir la contaminación			ind	

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN PARA GRANOS BÁSICOS EN LABRADOR DE SAN MATEO²

Descripción del problema

La preparación del suelo para los cultivos de granos básicos en la zona de Labrador de San Mateo es realizada de diferentes maneras. Sin embargo, la más común es la labranza con la rastra rompedora de discos. Este equipo deja el suelo pulverizado, produce compactación en la capa subyacente, lo cual reduce la infiltración del agua y, por ende, aumenta la erosión.

Por otro lado, los alfisoles y ultisoles de esta zona presentan un horizonte A muy delgado (10 a 20 cm de espesor) sobre un horizonte argílico (Bt) más pobre en materia orgánica y nutrientes, cohesionado en condición seca, y plástico y adherente en condición húmedo. Estas características dificultan las labores agrícolas y reducen la productividad. En el manejo de estos suelos se debe evitar el empleo de los equipos de labranza que operan en profundidades que alcanzan el horizonte Bt y lo mezclan con el horizonte A, tal como los equipos de discos y vertederas.

Opción técnica seleccionada

Se han implementado diversas opciones de labranza de conservación, en procura de aumentar la cantidad de cobertura sobre la superficie del terreno y evitar la inversión del horizonte B arcilloso y más pobre (química, física y biológicamente) hacia la superficie.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas situadas en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;

2. Principales responsables: Carlos Barboza, Gerardo Miranda, Gilberto Palacios y Juan Carlos Moya.

- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 50 mm en abril y 280 mm en mayo, el principal período de labranza para granos básicos;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre 3 y 18 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente ultisoles y alfisoles, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

En la campaña agrícola de 1995, se implementaron acciones para evaluar los costos de labranza en tres diferentes sistemas:

- a. Labranza cero: que consiste en la chapea de la vegetación espontánea del área y la siembra directa manual con espeque, sin roturación de suelo;
- b. Labranza con arado de cincel: que consiste en una pasada de cincel en área total con un equipo de cinco dientes semirrígidos, siembra en los surcos cincelados y tapada de las semillas con los pies;
- c. Labranza convencional de la zona: que consiste en una pasada de la rastra rompedora, surcada con bueyes, la siembra en los surcos y tapada de las semillas con los pies.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos. El costo de la labranza con arado de cincel fue un 97 por ciento más alto que el sistema convencional, principalmente debido al equipo utilizado, un arado de cincel ya obsoleto, muy angosto y con bajo rendimiento de trabajo por su largo tiempo de uso. Si se compara los tiempos de labranza con cincel en Tierra Blanca, estos variaron entre 1,2 y 2,0 h/ha, mientras que en Labrador de San Mateo el tiempo alcanzó 6,5 h/ha. Debe considerarse que las condiciones ambientales entre uno y otro sitio son diferentes, los suelos de Tierra Blanca son mucho más suaves para el trabajo de labranza; sin embargo, las pendientes en que se ha trabajado en San Mateo son más favorables a la tracción del tractor. Así, las diferencias tan grandes de tiempo pueden ser atribuidas casi que exclusivamente al modelo y al estado del equipo utilizado. El costo de herbicidas también ha sido más elevado que en el convencional, por las condiciones de infestación de malezas del área. La necesidad de un arado de cincel más nuevo y más ancho para reducir los costos de la labranza ha sido tomado en cuenta por

el Proyecto. Un equipo con estas características ha sido puesto al servicio de los agricultores a través del Centro Agrícola Cantonal de San Mateo.

En esta zona, el empleo del arado de cincel es importante para evitar que el horizonte argílico del subsuelo (Bt) sea mezclado con el horizonte A. Además, el arado de cincel sería particularmente interesante para aquellas áreas nuevas de siembra de granos básicos, en suelos ya compactados por el uso con ganadería extensiva.

Tabla 2: Costos de diferentes opciones de labranza para granos básicos en Labrador de San Mateo.

VARIABLES	COSTOS (€)		
	LABRANZA RASTRA ROMPEDORA	LABRANZA DE CONSERVACIÓN	
		CINCEL	LABRANZA CERO
Chapea manual - 45 h/ha	–	–	6 750
Rastra rompedora - 2,3 h/ha	5 750	–	–
Arada con cincel - 6,5 h/ha	–	16 250	–
Surcado con bueyes - 2,3 h/ha	4 600	–	–
Siembra manual	3 780	3 750	2 835
Herbicidas	1 110	6 165	9 450
Aplicación de herbicidas	690	5 250	5 040
Costos de labranza (€/ha)	15 930	31 415	24 075

El costo del sistema de cero labranza fue 51 por ciento más alto que el convencional en función de dos aspectos fundamentales: el área estaba muy infestada de malezas, lo cual requirió una gran cantidad de mano de obra para la operación de chapea y, por ende, más herbicidas para controlar los rebrotes, macollas y la reinfestación. Sin embargo, este sistema es el que presenta menores costos externos a la finca; es decir, costos desembolsables para el agricultor. En aquellas áreas ya trabajadas en ciclos agrícolas anteriores, donde la vegetación presente en el terreno no sea muy densa, o mejor, que sean los rastrojos de cultivos anteriores o los rastrojos de un cultivo de cobertura (mucuna, por ejemplo), los costos, tanto de chapea como de herbicidas, bajan substancialmente, con lo cual se vuelve más atractivo y factible.

Evaluación por los agricultores

Aunque en estas experiencias no se han medido las producciones del maíz por las diferencias de suelos y épocas de siembra, los agricultores de la zona están entusiasmados con la utilización del arado de cincel. El equipo que les alquila el Centro Agrícola Cantonal de San Mateo prácticamente no da abasto con las solicitudes de servicio. Lo anterior demuestra que la técnica ha sido aceptada por los agricultores. El sistema de cero labranza los agricultores lo utilizan, sin embargo, solamente en aquellas áreas donde el suelo ya ha sido labrado anteriormente.

Facilidades para realizar la práctica

El arado de cincel está disponible en casas comerciales de equipos agrícolas del país. A veces se lo consigue mediante una importación. Los precios son similares al de la rastra rompedora, convencionalmente utilizada para los trabajos de labranza. Si hay una demanda de trabajo expresada por los agricultores, las organizaciones que ofrecen servicios de mecanización, tal como el Centro Agrícola Cantonal (C.A.C.) de San Mateo, pueden adquirir este equipo con alta factibilidad económica. El precio del equipo equivale al valor de 150 horas de trabajo (valor de alquiler), en términos globales. Un arado de cincel con buen mantenimiento está diseñado para trabajar 10 000 horas o más.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** El arado de cincel ha sido validado en los ultisoles y alfisoles, para no volcar la capa arable. La labranza cero también es factible en estos dos órdenes de suelos; sin embargo, en este caso, en aquellas áreas que con anterioridad han sido utilizadas con ganadería extensiva, normalmente se requiere por lo menos una roturación del suelo, como forma de descompactar la superficie antes de iniciar con cero labranza.
- **Paisaje:** El arado de cincel con tractor ha sido utilizado en áreas donde este vehículo pueda trabajar a contorno (<18%). No se recomienda de ninguna manera que el arado de cincel u otros equipos sean utilizados pendiente abajo. En pendientes mayores que el 18 por ciento se puede optar por el cincel de tracción animal o por la cero labranza.

- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran maíz y frijol en áreas donde están presentes los suelos citados, con posibilidades de alquilar tractores para la labor de labranza con cincel.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Comparándose con la rastra rompedora de discos, los dos sistemas presentan desventajas en cuanto al costo y, por lo tanto, en el concepto de productividad. Aunque la labranza con la rastra rompedora fue más barata que los otros dos sistemas de conservación, cabe señalar que estos pueden preservar mejor los rendimientos a mediano y largo plazo, equilibrando esta desventaja. Además, en condiciones de terreno más favorables en relación con la presencia de malezas y mediante el empleo de un arado de cincel de mejor calidad, estas relaciones de costos obtenidas pueden cambiarse sustancialmente. El cincel y la cero labranza inciden positivamente en la cobertura vegetal del terreno y la infiltración del agua en el perfil. Por eso, contribuyen indirectamente en la reducción de la escorrentía y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En términos de contaminación, estos dos sistemas pueden reducirla, por la disminución de la erosión; sin embargo, el consumo de herbicidas puede ser más elevado, lo cual deja una interrogante a evaluarse en cuanto a este aspecto.

Los impactos esperados más probables para cada principio de la agricultura conservacionista son presentados en el Recuadro 2.

Recuadro 2: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO		IMPACTO ESPERADO			
		+	N	-	?
Aumento de la productividad*	Arado de cincel			-	
	Cero labranza			-	
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	Arado de cincel	+			
	Cero labranza	+			
Aumento de la infiltración del agua	Arado de cincel	+			
	Cero labranza	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	Arado de cincel		ind		
	Cero labranza		ind		
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	Arado de cincel		ind		
	Cero labranza		ind		
Evitar o reducir la contaminación	Arado de cincel				?
	Cero labranza				?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

El Proyecto MAG/FAO ha publicado el Informe Técnico N° 15, un boletín con informaciones más detalladas acerca del arado de cincel y su utilización (Vieira, 1996).

EQUIPOS SENCILLOS PARA LA SIEMBRA DE GRANOS BÁSICOS EN CERO LABRANZA³

Descripción del problema

La siembra de granos básicos en las áreas de laderas en Costa Rica es realizada tradicionalmente con el espeque, un instrumento sencillo que perfora el suelo y abre un pequeño hoyo, donde el agricultor deposita las semillas. Básicamente, se trata de un palo con 1,5 a 2,0 m de largo y unos 5 cm de diámetro. Algunos agricultores utilizan también la macana para hacer el mismo trabajo.

A pesar de que son instrumentos extremadamente baratos y adaptados a las condiciones de siembra en áreas de ladera, ellos presentan los siguientes inconvenientes:

- un rendimiento de trabajo muy bajo;
- la siembra, la tapada del hoyo y la fertilización son prácticas ejecutadas en separado, lo cual requiere de más mano de obra;
- el fertilizante, por lo general, es depositado por arriba del suelo, mientras lo recomendable es que este sea ubicado levemente por debajo y al lado de las semillas.

Reducir la mano de obra para la siembra de los granos básicos puede ser importante para aumentar la capacidad del agricultor de sembrar más área de estos u otros cultivos, o dedicarse a otras actividades más rentables dentro de la finca y fuera de esta.

Opción técnica seleccionada

En diversas zonas del país se ha implementado el uso de la matraca, una sembradora manual que permite abrir el hoyo de siembra, fertilizar y sembrar en una sola operación. En realidad, se trata de un espeque mecánico que permite acelerar el proceso de siembra.

3. Principales responsables: Allan Alfaro, Ana Cecilia Arias, Carlos Barboza, Gilberto Palacios y Juan Bautista Fernández.

Asimismo, se ha validado en Labrador de San Mateo una sembradora de granos básicos para la siembra en cero labranza. Se trata de un equipo sencillo traccionado por bueyes o caballos. Ambos equipos se describen más detalladamente en el ítem siguiente.

Descripción y funcionamiento de los equipos

Matraca: La matraca es una sembradora manual para granos básicos (maíz, frijol, arroz, soya, entre otros), abonos verdes (rabiza, frijol mungo, mucuna, etc.) y otros tipos de semillas. Es un equipo muy utilizado por los pequeños agricultores de algunos países de América Latina (sur de Brasil, norte de Argentina, Paraguay). Hay diversos modelos de matracas, pero los más completos espequean y depositan el fertilizante y la semilla, todo en un solo conjunto de movimientos del agricultor (Véase Figura 1). Se trata de un instrumento en forma de una V con flexibilidad para abrirse y cerrarse. En la parte superior de cada pierna de la V están los puños para que el agricultor sostenga el equipo (1). El vértice inferior de la V (2), con el mismo movimiento de abrir y cerrar los puños también se cierra y se abre levemente. Note que los movimientos son opuestos. Cuando los puños están abiertos, la punta inferior está cerrada. En esta posición, el agricultor clava el equipo en el suelo. Inmediatamente hace el movimiento de cerrar la V en los puños. Con ello se activa el mecanismo para liberar las semillas y el fertilizante (3) de sus respectivos depósitos y, al mismo tiempo, se abre la punta del equipo, por donde pasan estos productos que se ubican en el fondo del hoyo de siembra, perforado por la misma punta. Al sacar el equipo del suelo, este está fertilizado y las semillas sembradas. La punta del equipo que penetra el suelo posee uno de sus lados 1,0 cm más largo que el otro. Esta parte más larga trabaja siempre hacia el lado del operador, penetra más en el suelo y permite depositar el fertilizante a mayor profundidad que la semilla.

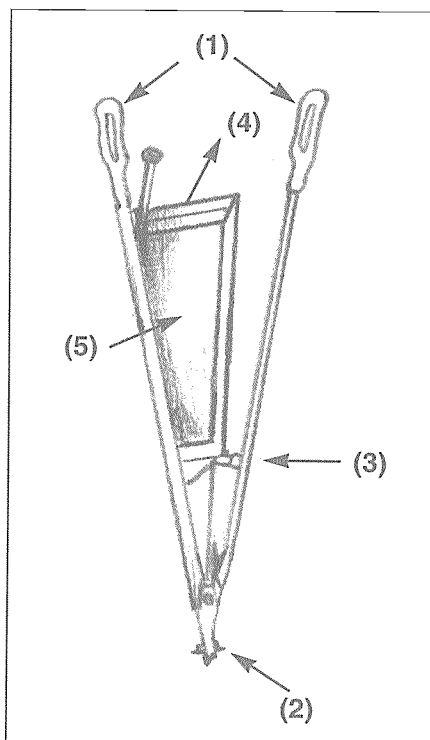


Figura 1: Esquema de la sembradora manual denominada matraca.

Al sacar el equipo del suelo, este está fertilizado y las semillas sembradas. La punta del equipo que penetra el suelo posee uno de sus lados 1,0 cm más largo que el otro. Esta parte más larga trabaja siempre hacia el lado del operador, penetra más en el suelo y permite depositar el fertilizante a mayor profundidad que la semilla.

Caminando acompasadamente y repitiendo el movimiento de abrir-clavar-cerrar-sacar, el agricultor deja su área sembrada.

Los depósitos para semilla (4) y fertilizante (5) poseen capacidad para 2,0 kg cada uno. El peso del equipo vacío es de 3,5 a 4,0 kg. El peso lleno puede variar de 4,5 a 8,0 kg, al gusto del agricultor.

Sembradora de tracción animal para cero labranza: esta sembradora es adaptada para sembrar granos básicos (maíz, frijol, arroz, soya, etc.), abonos verdes (rabiza, frijol mungo, mucuna, etc.) y otros tipos de semillas.

En la Figura 2 se enseña el modelo validado en Costa Rica. Hay diversidad de otros modelos de sembradoras de tracción animal para ejecutar la siembra en condiciones de cero labranza, así que no se promueve la sembradora, sino la técnica. El equipo consiste, básicamente, de un chasis de un solo cuerpo, en donde están montados, en la parte delantera, el disco de corte de rastrojos y apertura del suelo (1); inmediatamente atrás sigue un pequeño diente montado con un cincel para abrir el surco de siembra (2). Para suelos más livianos, se puede sustituir el cincel por un sistema de disco doble opcional, para ejecutar la misma función; en la parte posterior del diente, viene acoplado el tubo de fertilización, cuya parte superior se acopla a un depósito de fertilizante con cerca de 18 kg de capacidad (3); este sistema es seguido por discos dobles montados en V, que sirven para mezclar un poco el fertilizante depositado con la tierra del surco y, a la vez, abrir mejor el surco para recibir la semilla a una profundidad correcta (4). Este sistema está acoplado a un depósito de semillas con 20 kg de capacidad (5). En la parte posterior del chasis es-

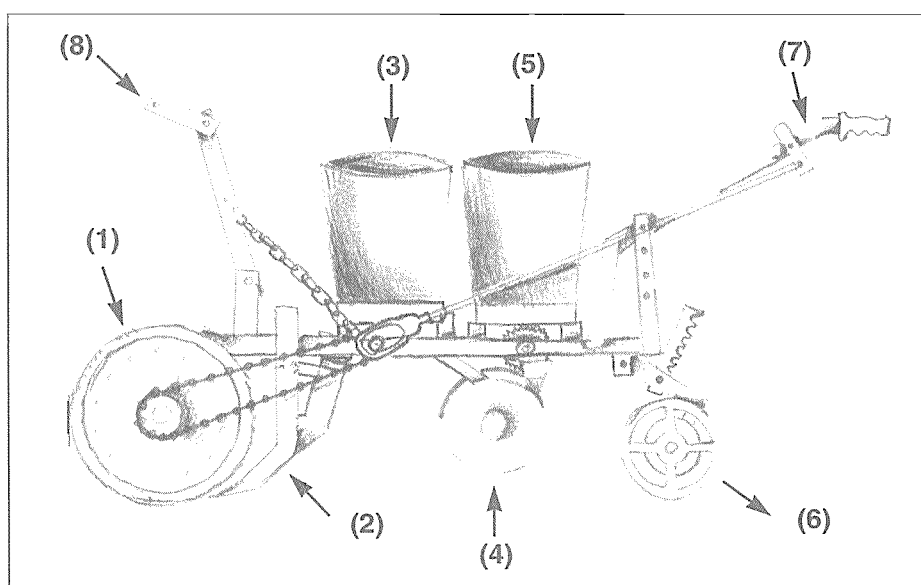


Figura 2: Modelo de sembradora de tracción animal para la siembra de granos básicos en sistema de cero labranza.

tá acoplado también un sistema de discos para tapan el surco con tierra y compactar levemente con el fin de favorecer la germinación (6). En la parte posterior superior se ajusta el mango para que el operador maneje el equipo (7) y en la parte delantera superior se ubica la barra de acople de tracción, la cual es ajustable (8).

El funcionamiento del equipo es sencillo. El ángulo dado a la barra de acople de tracción hace más o menos presión del equipo sobre el suelo, lo cual ocasiona que los mecanismos de corte y siembra se profundicen más o menos. Una cadena dentada que pasa del eje del disco de corte de rastreo al eje del depósito de fertilizante y después al de semilla, acciona el conjunto de distribución de ambos productos; la distribución del fertilizante es realizada mediante el movimiento de un disco deslizante, equipado con un dosificador regulable; la distribución de semillas es igualmente realizada por un mecanismo de disco deslizante, con perforaciones de tamaño patrón y simétricamente ubicadas para distribuir las semillas, según su tamaño y clase. Normalmente, los equipos vienen con 3 ó 4 discos de distribución para diferentes tipos y tamaños de semilla. La sembradora puede ser traccionada por 1 caballo o por una yunta de bueyes.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica con la matraca se ha llevado a cabo en varias condiciones de suelo y clima. La sembradora de tracción animal fue utilizada en la zona de Labrador de San Mateo:

- Ubicación: fincas situadas en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 50 mm en abril y 280 mm en mayo, el principal período de labranza para granos básicos;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre 3 y 18 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente ultisoles y alfisoles, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

En las campañas agrícolas de 1994 y 1995, se implementaron acciones para evaluar los costos de la siembra con estos equipos, comparándolos con la siembra a espeque, tal como lo hacen rutinariamente los pequeños agricultores del país.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos. El costo de siembra con la matraca se ubicó en un 28 por ciento por debajo del costo con el espeque convencional. La sembradora de tracción animal redujo el costo de siembra en un 20 por ciento en relación con el espeque.

Obviamente, estos valores son variables de acuerdo con las condiciones del terreno, principalmente en relación con la infestación de malezas; infestaciones más bajas o más altas que la situación de esta evaluación pueden hacer bajar o aumentar los costos de la siembra.

Aunque económicamente los costos no sean más baratos, se puede calcular que la necesidad de mano de obra para la siembra y fertilización, lo cual es un factor limitante en muchas fincas, se reducen en un 60 y 75 por ciento, respectivamente para la matraca y la sembradora de tracción animal.

Tabla 3: Costos de diferentes opciones de siembra de granos básicos (en el caso siembra de maíz), evaluados en Labrador de San Mateo.

VARIABLES	COSTOS (€)		
	SIEMBRA CON ESPEQUE	SIEMBRA CON EQUIPOS	
		MATRACA	SEMBR. T.A.*
Chapea manual	(45h)-6 750	(45h)-6 750	-
Herbicida	-	-	4 000
Aplicación de herbicida	-	-	900
Siembra	(25h)-3 750	(15h)-2 250	(10h)4 500**
Aplic. de fertilizantes	(14h)-2 100	-	-
Reposición del equipo (€)	-	50	690
Costos de labranza (€/ha)	12 600	9 050	10 090

* Sembradora de tracción animal para cero labranza;

** Incluye el alquiler del animal (caballo) y dos operadores.

Es importante señalar que para la reposición de los equipos se ha considerado la adquisición de un equipo en forma comunal por 10 agricultores (la capacidad operacional de los equipos lo permiten); una vida útil de 5 años, con 2 utilidades por año/agricultor y un valor de salvamento inexistente (= a cero). Así, el valor de reposición del equipo en la Tabla 3 significa el costo por cada campaña de siembra que el agricultor tendría que ahorrar para reponer el equipo al final de su vida útil.

Una de las ventajas de la sembradora de tracción animal es la distribución de las semillas una a una dentro del surco, lo que propicia menor competencia entre plantas, compara-

do con el sistema de espeque o de la matraca, en donde 3 ó 4 plantas disputan el mismo hoyo de siembra y, por supuesto, el mismo volumen de suelo. Lo anterior también favorece una mejor cobertura vegetal del terreno, a la vez que las plantas se encuentran mejor distribuidas.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que emplearon experimentalmente estos equipos se sintieron motivados a seguir utilizándolos. Sin embargo, se necesita mayor esfuerzo de extensión para difundirlos, ya que se trata de cambiar el espeque, un equipo a lo cual los agricultores están adaptados desde hace muchas generaciones. Además, para manejar estos equipos en condición de igualdad con el espeque, los agricultores necesitan desarrollar destreza.

Facilidades para realizar la práctica

La matraca está disponible en el mercado nacional (una empresa de Perez Zeledón la comercializa). La sembradora de tracción animal necesitaría un esfuerzo más grande entre las organizaciones de agricultores (creación de demanda), instituciones (facilitadores) y comerciantes de equipos agrícolas (importadores) para fomentar el uso y traerlas al país o fabricarlas aquí.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** La matraca está adaptada a las mismas condiciones de suelo en que se utiliza el espeque, pues se trata sencillamente de un espeque mecánico. Sin embargo, los agricultores ubicados en áreas de suelos de textura liviana (andisoles u otros órdenes de suelos con características volcánicas) quedaron más motivados que los agricultores con fincas en suelos arcillosos. En estos suelos, en condiciones de alta humedad hay problemas de atascamiento de tierra en la punta del equipo, lo cual se da, principalmente, por la deficiencia de destreza al manejarlo. La sembradora de tracción animal estaría limitada a trabajar en áreas sin la presencia de raíces de árboles, troncos y piedras, etc. Igualmente, en suelos arcillosos, necesita trabajar en condiciones de poca humedad.
- **Paisaje:** La matraca podría ser utilizada en cualquier tipo de terreno, igual que el espeque convencional. La sembradora de tracción animal en pendiente más allá de los 25 por ciento tendría problemas para manejo (su manejo podría ser difícil y poco comfortable para el agricultor).

- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran granos básicos, abonos verdes u otros cultivos para autoconsumo o comercialización. La sembradora de tracción animal requiere la disponibilidad de animales de tracción propios o alquilados.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

La utilización de estos dos equipos reduce los costos de siembra de granos básicos en relación con el uso del espeque, lo que para un mismo nivel de rendimiento significa mayor productividad. En términos de cobertura, la matraca no presenta diferencia en relación con el espeque; sin embargo, la distribución mejor de las plantas en el terreno ofrecidas por la sembradora de tracción animal sí la aumenta. Esto puede tener un efecto positivo en la infiltración del agua y reducción de la escorrentía. Además de la mejor distribución de la cobertura vegetal sobre el terreno, el pequeño surco abierto a contorno y las plantas dispuestas en líneas a contorno favorecen las labores a nivel y el control de la escorrentía.

El efecto de las sembradoras en la fertilidad posiblemente sea neutral en relación con el uso del espeque, así como en relación con la contaminación.

Los impactos esperados para cada principio de la agricultura conservacionista son presentados en el Recuadro 3.

Recuadro 3: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO		IMPACTO ESPERADO			
		+	N	-	?
Aumento de la productividad*	Matraca	+			
	Sembradora T.A.	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	Matraca		N		
	Sembradora T.A.	ind			
Aumento de la infiltración del agua	Matraca		N		
	Sembradora T.A.	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	Matraca		N		
	Sembradora T.A.	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	Matraca		N		?
	Sembradora T.A.		N		?
Evitar o reducir la contaminación	Matraca		N		?
	Sembradora T.A.		N		?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

CULTIVO DE FRIJOL TAPADO⁴

Descripción del problema

Gran parte de los pequeños agricultores de Costa Rica están ubicados en áreas de ladera, con diferentes grados de limitaciones para el cultivo de granos básicos. Sin embargo, ellos tienen la necesidad de sembrar estos cultivos pues que está en juego la subsistencia de la familia, aunque lo hagan en condiciones de terrenos considerados marginales. En estos terrenos suelen establecerse procesos acelerados de degradación por erosión hídrica y pérdida de la fertilidad del suelo.

Opción técnica seleccionada

En el área piloto de San Isidro de Hojancha, tal como en gran parte de las áreas de ladera del país, los agricultores suelen cultivar el frijol en el sistema denominado de "frijol tapado". El sistema consiste en la siembra al voleo de las semillas de frijol seguida del corte y volteo de la vegetación nativa, normalmente un charral con uno, dos o tres años de crecimiento. No se quema la vegetación como en los sistemas tradicionales de volteo y quema; tampoco hay movimiento del suelo por labranza u hoyado.

Aquí no se pretende presentar el sistema de frijol tapado como una novedad, sino como una opción técnica factible de ser más utilizada y mejorada. Se presenta una evaluación económica de una siembra de frijol tapado para que los extensionistas tengan parámetros disponibles para planificar e implementar la práctica.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se llevó a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojancha;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;

4. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Juan Bautista Méndez, Oscar Brenes y Oscar Cid.

- Distribución de lluvias: promedio mensual de 300 mm en el período de siembra del frijol;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: > 30 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor.

Resultados obtenidos

En la campaña agrícola de 1995, se evaluaron los costos y ingresos de una siembra de frijol tapado, conforme la maneja el agricultor. En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos.

Aunque los rendimientos no superaron los 368 kg/ha, la práctica, financieramente, es atractiva para el agricultor, puesto que no hay recursos en efectivo involucrados.

Tabla 4: Evaluación económica de un área de frijol tapado en San Isidro de Hojancha.

VARIABLE	CANTIDAD	COSTO (¢)	INGRESO (¢)
Volteo de la vegetación	70 h/ha	10 500	
Semilla de frijol	32 kg/ha	4 000	
Mano de obra para siembra	10 h/ha	1 500	
Mano de obra para recolección	146 h/ha	21 900	
Mano de obra para aporreada, venteada y empaque	34 h	5 100	
Total de costos		43 000	
Producción de frijol	368 kg/ha		46 000

La ventaja en este caso es que solamente la semilla representa un costo externo a la finca, en aquellas situaciones en que el agricultor la adquiere en el mercado o con los vecinos, lo que, de cierta manera, hace la práctica atractiva para aquellos que siembran el frijol para autoconsumo.

La baja productividad de esta siembra de frijol fue motivada por las variables que se describen a continuación: demasiada lluvia y humedad relativa que ha causado muchas enfermedades en el período de germinación y crecimiento; lo anterior conllevó a una baja densidad del cultivo; suelos deteriorados por la ganadería durante muchos años.

Evaluación por los agricultores

El frijol tapado es una práctica corriente y aceptada por la mayoría de los agricultores de granos básicos que cultivan en laderas. Sin embargo, ellos notan que las áreas rutinariamente destinadas al frijol tapado ya no producen como antes. Lo anterior puede estar relacionado con el hecho de que con la presión de uso de la tierra, los períodos de descanso del área con charral sean cada vez más cortos, lo cual no posibilita un reciclaje adecuado de los nutrientes; este es el punto básico para la sostenibilidad del sistema. Incluso se observa mucho frijol tapado en áreas de pastizales (aquellos pastizales infestados de malezas), en donde, probablemente, no se cumple el ciclo de nutrientes de manera suficiente.

Las exportaciones de nutrientes del terreno por las cosechas de frijol, un reciclaje insuficiente de nutrientes en la vegetación de volteo y que no se reponga el terreno a través de fertilizaciones, pueden estar contribuyendo a empobrecer de forma paulatina la fertilidad de estas áreas utilizadas con frijol tapado.

El aporreo del frijol dentro del área de cultivo, con la posterior distribución de los rastrojos, puede favorecer el reciclaje de nutrientes en el suelo.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica es de fácil ejecución para cualquier agricultor que disponga de mano de obra y un machete.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** El frijol tapado es una práctica ejecutada en casi todos los tipos de suelos del país; sin embargo, es más productiva en aquellos con fertilidad natural mediana y alta.

- **Paisaje:** Áreas de ladera con charrales.
- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran frijol para subsistencia y pequeños excedentes para el mercado, con disponibilidad de mano de obra dentro de la finca.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

El frijol tapado es una buena opción técnica para el cultivo en laderas, puesto que proporciona una excelente cobertura del terreno. Si las producciones no son elevadas, tampoco los costos financieros son elevados. Desde el punto de vista de fertilidad, hay que considerar la posibilidad del empobrecimiento paulatino del suelo, tal como ya ha sido discutido, principalmente en aquellas áreas en donde se practica el frijol tapado de manera muy seguida y con producciones relativamente elevadas (lo cual significa más extracción de nutrientes por las cosechas). Se recomienda mantener un control de la fertilidad del suelo para la toma de decisiones. Las opciones de impacto más probables son presentadas en el Recuadro 4.

Recuadro 4: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	+			?
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

Para profundizar en la discusión acerca del frijol tapado, se recomienda la lectura de los documentos publicados en el país sobre el tema, los cuales presentan una extensa gama de experiencias con esta modalidad de cero labranza, entre ellos Coproalde/Cedeco (1991) y Thurston *et al.* (1994).

USO DEL ARADO DE CINCEL Y OTROS EQUIPOS DE DIENTES PARA LABRANZA EN LOS CULTIVOS DE CEBOLLA Y PAPA⁵

Descripción del problema

En la zona norte de Cartago, el sistema de producción es basado en el cultivo intensivo de cebolla, papa y zanahoria. La preparación del suelo para estos cultivos consiste, generalmente, en el uso del arado de discos seguido del rotador (*rotavator* o *rotary tiller*), practicada dos veces al año. Esta labor se hace en diagonal a la pendiente o pendiente abajo. En función del régimen de lluvias de la zona, la labranza casi siempre es realizada en condiciones no apropiadas de humedad del suelo.

Como consecuencia de este sistema de labranza, se destruye la estructura del suelo, con la pulverización excesiva de la capa labrada y la compactación de la capa subyacente, a los 20 a 25 cm de profundidad. También se facilita la formación de costras superficiales, las cuales perjudican la germinación de las semillas pequeñas (principalmente de zanahoria). En estas condiciones se reduce la infiltración y se aumenta la escorrentía, con el consiguiente aumento de la erosión.

La pérdida de suelo por erosión hídrica en esta zona radica, principalmente, en el sistema de labranza. Los agricultores y tractoristas están tomando conciencia de este problema; sin embargo, aún faltan opciones tecnológicas más integrales de labranza, que sean eficientes y adaptadas al sistema de producción local, para reemplazar las prácticas de labranza actuales.

Opción técnica seleccionada

Frente a la poca disponibilidad de tecnologías mejoradas de labranza para recomendar en la zona, se ha iniciado la introducción del arado de cincel con el fin de intentar el reemplazo del arado de discos y el rotador. Esto, con el objetivo principal de reducir la pulverización de la capa labrada, romper la compactación producida por los años de utilización de estos equipos, aminorar las posibilidades de formación de estas capas compacta-

5. Principales responsables: Alvaro Chaves, Ana Cecilia Arias, José Lewis y Rafael Mesén.

das en el futuro y, sobre todo, aumentar la infiltración del agua en el perfil del suelo. Además de mejorar la infiltración del agua y ayudar en el control de la erosión hídrica, el arado de cincel ha mostrado en algunos casos que puede reducir los costos de la labranza.

El arado de cincel es un equipo muy utilizado en otras partes del mundo en circunstancias similares. En Costa Rica, las fincas medianas y grandes que cultivan caña de azúcar lo utilizan en las áreas de renovación de los cañales.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas situadas en Tierra Blanca de Cartago;
- Piso altitudinal: entre 1800 y 2100 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 30 mm en el principal período de labranza entre marzo y abril, y 190 mm durante los meses de invierno;
- Temperatura promedio: 15,4 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre 8 y 18 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles con acentuadas características ándicas; presentan fertilidad de media a alta y problemas de desbalances nutricionales por las fertilizaciones no monitoreadas y no balanceadas durante muchos años.

Resultados obtenidos

Entre las campañas agrícolas de 1994 y 1996 se implementaron varias actividades de validación del arado de cincel y otros equipos de labranza en fincas de productores de la zona de Tierra Blanca de Cartago, en diferentes condiciones de uso y manejo de los equipos: con diferentes tractores, diferentes tractoristas, distintos estados de estructura, compactación y humedad del suelo, etc.

Experiencia 1

Se utilizó un arado de cincel de 9 dientes flexibles, montados con cincales angostos. La profundidad de trabajo fue de 30 cm en un suelo con consistencia friable. La práctica consistió en pasar dos veces el arado de cincel; la primera vez se hizo a contorno, siguiendo una acequia de ladera al 2 por ciento de desnivel; la segunda pasada fue levemente dia-

gonal a la dirección de la primera, con la finalidad de desmenuzar más eficientemente los terrones, lo cual eliminó la necesidad de pasar otro equipo para este fin. Los surcos de siembra de papa (var. *Atzimba*) se efectuaron con azada manual.

El testigo consistió en una parcela manejada con arado de disco seguido del rotador, labranza convencional de la zona. El manejo del cultivo fue semejante en ambas parcelas. En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos. El costo de la labranza con arado de cincel fue un 57 por ciento más bajo que el convencional. Con arado de cincel se realizó la labranza de 1,0 ha en 3 horas, mientras que en el sistema convencional el tiempo gastado fue de 7 horas, equivalentes a 4 horas con arado de discos y 3 con rotador.

Si bien es cierto que el productor no verificó un aumento en la producción de papa por el uso del arado de cincel, él encontró mejor calidad del producto, con una mayor uniformidad de tamaño.

Tabla 5: Costo de labranza con arado de cincel y convencional en la producción de papa, Variedad *Atzimba*.

VARIABLES	CINCELES	CONVENCIONAL
Tiempo gastado (h/ha) (Tractor de 70HP)	3,0	7,0
Costo hora/máquina (€)	3 000	3 000
Costo de arada (€/ha)	9 000	21 000
Compar. de costos (%)	43	100
Producción evaluada por el productor (kg/ha)	20 000	20 000

Las observaciones del agricultor apuntan que la infiltración del agua de lluvia fue mayor en el área cincelada, al notarse disminución en la cantidad de agua de escorrentía, a pesar de la gran cantidad de precipitación durante casi todo el desarrollo del cultivo.

En la parcela testigo, la papa presentó leve infección de pudrición blanca (*Erwinia sp*), mientras en el área con cincel no se presentó tal enfermedad, debido, probablemente, al mejor drenaje de la capa arable en este sistema.

La papa en ambos tratamientos estuvo afectada por *Phytophthora infestans*, cuya ocurrencia fue generalizada en la zona.

Experiencia 2

En otras experiencias también realizadas en fincas se han evaluado los costos de labranza con el arado de cincel y otros equipos de labranza. Los datos que se presentan en las Tablas 6 y 7 son los resultados promedios de estas evaluaciones.

La rastra rotativa es una rastra para afinamiento del suelo equipada con un conjunto de dientes dobles verticales, los cuales poseen un movimiento giratorio. Los dientes están acoplados a un mecanismo de transferencia de fuerzas, que, a su vez, se acopla a la toma de fuerza del tractor.

El vibrocultivador también es una rastra para afinamiento del suelo equipado con dientes flexibles que vibran con el movimiento de tracción del equipo y la resistencia del suelo. Ambos equipos suelen ser menos dañinos a la estructura del suelo que las rastras de discos o el rotador.

Tabla 6: *Evaluación de costos de las diversas opciones de labranza en uso y en fase de introducción en la zona norte de Cartago.*

OPCIÓN DE LABRANZA	TIEMPO GASTADO h/ha	COSTOS (¢)	
		Hora	Total
Arado de 3 discos fijos	4	3 000	12 000
Rotador	3	3 000	9 000
Arado de cincel (1 pasada)*	2	3 000	6 000
Arado de cincel (3 pasadas)	5	3 000	15 000
Rastra rotativa*	2,5	3 000	7 500
Vibrocultivador (4 pasadas)*	2	3 000	6 000

* Equipos en fase de introducción en la zona.

En otras experiencias con el arado de cincel en esta misma zona, se obtuvo una reducción del tiempo de labranza para 1,2 h/ha, con una pasada a contorno. Sin embargo, en estos casos se ha utilizado un tractor más potente, de 90 HP, el cual no está disponible tan fácilmente. Por eso, estos resultados no han sido considerados en el promedio.

Tabla 7: Comparación de costos de los sistemas de labranza convencional y modificado para cebolla, en Tierra Blanca de Cartago.

TIPO DE LABRANZA	TIEMPO h/ha	COSTOS	
		€/hora	€/ha
<i>Sistema convencional promedio</i>			
- labrada con arado de 3 discos fijos	4,0	3 000	12 000
- afinamiento con rotador	3,0	3 000	9 000
- eras hechas a mano	72,0	150	10 800
Total			31 800
<i>Sistema modificado 1</i>			
- labrada con arado de cincel 1 pasada	2,0	3 000	6 000
- afinamiento con rastra rotativa	2,5	3 000	7 500
- eras hechas a mano	72,0	150	10 800
Total			24 300
<i>Sistema modificado 2</i>			
- labrada con arado de cincel 1 pasada	2,0	3 000	6 000
- afinamiento con vibrocultivador 2 pasadas	1,0	3 000	3 000
- eras hechas a mano	72,0	150	10 800
Total			19 800

Experiencia 3

En 1996 se realizaron otras validaciones acerca del uso del arado de cincel y de la rastra rotativa en la preparación del suelo para el cultivo de cebolla en fincas de dos agricultores. Se utilizó el mismo cincel ya descrito anteriormente, y una rastra rotativa de 6 dientes dobles y 1,80 m de ancho de trabajo de labranza. La práctica en la Finca 1 consistió en una pasada de arado de cincel en suelo seco, seguida de una pasada de la rastra rotativa en suelo friable. En la Finca 2 se ha utilizado la rastra rotativa en suelo seco, después de una labranza con arado de discos en similar condición de humedad. Las pendientes del terreno en ambas fincas son de un 19 por ciento.

El testigo en ambos casos consistió en labranza con el rotador. El manejo de los cultivos ha sido para todos casos el convencional en la zona.

En la Finca 1 se observó una preparación del suelo que dejó la superficie uniforme, óptimo para el trasplante manual del almácigo de cebolla, según el criterio de los agricultores. No hubo daños por las intensas lluvias y se obtuvo una producción del 32 500 kg/ha.

En la Finca 2 se observó muchos terrones gruesos en la preparación del terreno, los cuales, en el momento de nivelar las eras para el trasplante de la cebolla, fueron desplazados hacia los desagües (surcos entre eras), lo cual provocó rompimientos de estas durante las intensas lluvias. Aun así, la producción alcanzó 29 800 kg/ha. El testigo produjo 30 000 kg/ha como promedio. En la Tabla 8 se presentan algunos datos acerca de la Experiencia 3.

El sistema de la Finca 1 abarata el costo de labranza en un 40 por ciento en relación con el testigo, debido principalmente al bajo costo del uso del arado de cincel. Si bien es cierto que el costo de labranza con la rastra rotativa es igual al costo con rotador, la ventaja del uso de esta rastra consiste en mantener y mejorar las características físicas del suelo, tales como la estructura, porosidad y densidad aparente, la cual propicia una mayor infiltración del agua y la penetración de raíces.

Durante las demostraciones del arado de cincel combinado con la rastra rotativa, se observó que esta es capaz de arrancar las malezas dejadas por el cincel; aquellas pocas que quedan en el terreno son eliminadas por el agricultor en el momento de la preparación de las eras. La rastra rotativa, aplicada en suelo húmedo, desmenuza los terrones sin pulverizar demasiado el suelo como lo hace el rotador.

Tabla 8: Costos de diferentes sistemas de labranza en cebolla.

LABRANZA	TIEMPO (h/ha)	COSTOS (¢/ha)	PRODUCCIÓN (kg/ha)
Finca 1: - Labrada con arado de cincel - Rastra rotativa - Total	1,2 3	3 600 9 000 12 600	32 500
Finca 2: - Labrada con arado de discos - Rastra rotativa - Total	4 3	12 000 9 000 21 000	29 800
Testigo: - Labrada con arado de discos - Rotador - Total	4 3	12 000 9 000 21 000	30 000

Evaluación por los agricultores

Por la aceptación que estos equipos tuvieron en la zona, principalmente el arado de cincel, los agricultores han demostrado su satisfacción con ellos. Sin embargo, en los análisis entre técnicos y agricultores siempre se han planteado los siguientes puntos:

- El arado de cincel, la rastra rotativa o el vibrocultivador aisladamente no son una solución integral al problema de erosión en la zona norte de Cartago, ya que el suelo sigue descubierto, en función de que los cultivos prácticamente no dejan rastros; sin embargo, es un aporte importante al objetivo de preservar la estructura del suelo y aumentar la infiltración del agua.
- La humedad del suelo es un factor importante de ser tomado en cuenta para la labranza con cincel y los otros equipos, principalmente si se quiere obtener todas las bondades de estos.
- Los agricultores han reconocido que la formación de los taludes de más de 2 m entre parcelas se ha dado, principalmente, por el empleo continuo del arado de discos que vuelcan el suelo en una sola dirección; con el arado de cincel lo anterior no sucede porque él no vuelca y no transporta el suelo roturado hacia abajo, como lo hace el arado de discos.

Facilidades para realizar la práctica

Los equipos descritos están disponibles en el mercado nacional, a veces prontamente o mediante encargo para importación a las casas comerciales. Los precios son similares al de un rotador, con excepción de la rastra rotativa que actualmente es más cara. Si hay una demanda de trabajo expresada por los agricultores en favor de estos nuevos y mejores equipos desde el enfoque de la agricultura conservacionista, los tractoristas se sentirán motivados a cambiar sus equipos convencionales por ellos.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Inceptisoles y andisoles.
- **Paisaje:** Ha sido utilizada en áreas donde el tractor puede trabajar a contorno. No se recomienda de ninguna manera que el arado de cincel u otros equipos sean utilizados pendiente abajo.

- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran papa, cebolla, zanahoria u otras hortalizas en las partes altas de los volcanes centrales. Debe haber disponibilidad de equipo de tracción (tractores).

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

El arado de cincel y las rastras rotativa y vibrocultivadora tienden a presentar un impacto positivo en la productividad, ya que mantienen los rendimientos y reducen los costos. El uso de equipos de dientes para labranza normalmente incide de manera positiva en la cobertura del suelo, a la vez que dejan por lo menos un 30 por ciento de los rastrojos sobre la superficie del terreno. Mientras tanto, en este caso, las cantidades de rastrojo de los cultivos sembrados en la zona son tan pequeñas y de tan fácil descomposición que no se puede observar el efecto. Sin embargo, aun así favorecen la infiltración del agua y contribuyen a reducir la escorrentía. Por eso, el impacto esperado en la fertilidad del suelo y la contaminación son positivos e indirectos. Las opciones de impacto más probables son presentadas en el Recuadro 5.

Recuadro 5: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial			ind	
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica			ind	
Evitar o reducir la contaminación			ind	

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN PARA SANDÍA EN LABRADOR DE SAN MATEO⁶

Descripción del problema

La preparación del suelo para los cultivos de sandía y melón en la zona de Labrador de San Mateo es realizada de diferentes maneras. Sin embargo, la más común es la labranza con la rastra rompedora de discos o con el arado de discos, ambos en área total. El terreno queda desprovisto de cobertura de rastrojos y el suelo queda pulverizado en la capa arable; además, con el tiempo se produce compactación en la capa subyacente, con lo cual se reduce la infiltración del agua, y por ende, aumenta la erosión.

Por otro lado, los alfisoles y ultisoles de esta zona presentan un horizonte A muy delgado (10 a 20 cm de espesor) sobre un horizonte argílico (Bt) más pobre en materia orgánica y nutrientes, cohesionado cuando seco, y plástico y adherente cuando húmedo. Estas características del horizonte Bt dificultan las labores agrícolas y reducen la productividad. En el manejo de estos suelos se debe evitar utilizar los equipos de labranza que operan en profundidades que alcanzan el horizonte Bt y lo mezclan con el horizonte A, tal como los equipos de discos y vertederas.

Opción técnica seleccionada

Se han implementado diversas opciones de labranza de conservación, las cuales pretenden aumentar la cantidad de cobertura sobre la superficie del terreno y evitar la inversión del horizonte Bt arcilloso y más pobre (química, física y biológicamente) hacia la superficie.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas situadas en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;

6. Principales responsables: Carlos Barboza, Gerardo Miranda, Gilberto Palacios y Juan Carlos Moya.

- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 50 mm en abril y 280 mm en mayo, el principal período de labranza;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre 3 y 18 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente ultisoles y alfisoles, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

En las campañas agrícolas de 1994 y 1995 se implementaron acciones para evaluar los costos de labranza en diferentes sistemas:

- a. Siembra “piloneada”: es una modalidad de cero labranza para la siembra de sandía desarrollado localmente por los agricultores; consiste en la abertura del hoyo de siembra (llamado localmente pilón), en el suelo sin labranza mediante una macana. La vegetación del terreno es solamente chapeada o quemada con herbicidas. El terreno queda cubierto con los rastrojos de la vegetación anterior. (Véase Foto 1).



Foto 1. Siembra “piloneada” de sandía, Labrador de San Mateo.

- b. Labranza con arado de cincel en franjas: el sistema consiste en labrar el suelo con el arado de cincel apenas en franjas, en donde se harán las líneas de siembra de la sandía. Así el suelo queda roturado y más suave para realizar la hoyada para la siembra y, a la vez, cubierto con rastrojos en un 60 por ciento de su superficie, en el área no roturada. En esta área se puede chapear la vegetación o controlarla con un herbicida quemante.
- c. Sistemas convencionales de labranza de la zona: consiste en labrar el suelo con el arado de discos o con la rastra rompedora de discos en el área total. Una variante

de estos dos métodos es la labrada con el arado de discos en franjas solamente en la línea de siembra.

Para los sistemas b y c se ha realizado también la práctica del encamado, un camellón construido con una pasada de una encamadora manejado por tractor. Esto con el objetivo de mejorar el drenaje del suelo en la zona radicular de la sandía en las siembras de invierno, en los terrenos semiplanos.

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos. El sistema convencional 2 se presenta como el más barato. Con costos muy similares a él se presenta el sistema modificado 1, con arado de cincel en franjas, que demuestran la viabilidad económica de este sistema. Por otro lado, el método local de la siembra piloneada (sistema modificado 2), utilizado por algunos agricultores, a pesar de ser un 50 por ciento más elevado que el sistema convencional 2, es totalmente basado en costos internos a la finca, representado por la mano de obra del agricultor. Este factor parece ser fundamental para que los agricultores lo prefieran. Además, si el terreno no está muy infestado de malezas y el suelo no está tan cohesionado, las necesidades de mano de obra pueden reducirse, por disminuir las chapeas y facilitar la abertura del pilón.

El sistema convencional 3, a pesar de ser relativamente barato, presenta el problema de revertir el horizonte Bt subyacente hacia la superficie, lo que no es recomendable en este tipo de suelo. El convencional 1, además de presentar la misma característica negativa de la reversión de horizontes, es el sistema más costoso.

El empleo del arado de cincel en esta zona es importante para evitar que este horizonte argílico del subsuelo sea mezclado con el horizonte A. Además, el arado de cincel sería en particular interesante para aquellas áreas nuevas de siembra de sandía, en donde el suelo esté compactado superficialmente por el uso anterior con ganadería extensiva.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que siembran sandía en la zona están motivados y empezando a adoptar el arado de cincel en mayor escala. Este ha sido muy bien aceptado en las áreas de ampliación del área piloto de Labrador.

El sistema de siembra "piloneada", antes utilizado por unos pocos agricultores y tomado por los demás que no lo utilizaban, como una técnica poco atractiva (tal vez porque se trataba de algo local sin mayor importancia), igualmente pasó a ser adoptada en mayor escala.

Tabla 9: Comparación de costos por hectárea entre los sistemas de labranza convencionales en la zona y sistemas conservacionistas modificados para sandía, en Labrador de San Mateo.

TIPO DE LABRANZA	TIEMPO h/ha	COSTOS	
		¢/hora	¢/ha
<i>Sistema convencional 1</i> - arada en área total con arado de 3 discos - mano de obra para marcar y sembrar Total	4,0 24,0	3 000 150	12 000 3 600 15 600
<i>Sistema convencional 2</i> - arada en área total con rastra rompedora - mano de obra para marcar y sembrar Total	1,5 24,0	3 000 150	4 500 3 600 8 100
<i>Sistema convencional 3</i> - arada en franjas con arado de 3 discos - mano de obra para marcar y sembrar - herbicida Paraquat (2,0 l/ha) - mano de obra para aplic. del herbicida Total	1,5 24,0 - 6,0	3 000 150 - 150	4 500 3 600 1 500 900 10 500
<i>Sistema modificado 1</i> - arada en franjas con arado de cincel - mano de obra para marcar y sembrar - herbicida Paraquat (2,0 l/ha) - mano de obra para aplic. del herbicida Total	0,75 24,0 - 6,0	3 000 150 - 150	2 250 3 600 1 500 900 8 250
<i>Sistema modificado 2</i> - mano de obra para chapea - mano de obra para marcar y pilonear - mano de obra para siembra Total	45,0 24,0 12,0	150 150 150	6 750 3 600 1 800 12 150
- Encamado aplicado opcionalmente a los tres sistemas convencionales 1 y 2, y modificado 1 Total	0,75	3 000	2 250 2 250

Facilidades para realizar la práctica

El arado de cincel está disponible en casas comerciales de equipos agrícolas del país, a veces prontamente o mediante encargo para la importación. Los precios son similares al de la rastra rompedora convencionalmente utilizada para los trabajos de labranza. Si hay una demanda de trabajo expresada por los agricultores, las organizaciones que ofrecen servicios de mecanización, tal como el C.A.C. de San Mateo, pueden adquirir este equipo con alta factibilidad económica. En términos globales, el valor del equipo equivale a cerca de 150 horas de alquiler del conjunto tractor-equipo de labranza. Un arado de cincel está diseñado para durar 10 000 horas de trabajo, si recibe buen mantenimiento.

El método de siembra "piloneada" es factible para los agricultores, ya que lo único que utiliza es su propia mano de obra y para un cultivo que la remunera mejor que los granos básicos.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** El arado de cincel ha sido validado en los ultisoles y alfisoles, para no volcar la capa arable. La siembra "piloneada" también es factible en estos dos órdenes de suelos; sin embargo, en aquellas áreas utilizadas anteriormente con ganadería extensiva y donde el suelo se encuentra compactado cerca de la superficie, normalmente se requiere una labranza (de preferencia con arado de cincel) por una campaña agrícola.
- **Paisaje:** El arado de cincel para tractores ha sido utilizado en áreas donde se puede trabajar a contorno (<18%). No se recomienda de ninguna manera que el arado de cincel u otros equipos sean utilizados pendiente abajo. En pendientes mayores al 18 por ciento se puede optar por el cincel de tracción animal o por el sistema de siembra "piloneada".
- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran sandía en áreas donde están presentes los suelos citados, con posibilidades de alquilar tractores o animales para la labor de labranza con cincel; o agricultores que disponen de mano de obra para ejecutar la siembra "piloneada".

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Los impactos esperados por la adopción de los sistemas de labranza de conservación en relación con el sistema convencional 2 (labranza en área total con rastra rompedora de discos), el más utilizado en la zona, se representan en el Recuadro 6.

Recuadro 6: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	SISTEMA	IMPACTO ESPERADO			
		+	N	-	?
Aumento de la productividad*	Conv. 1 - Ar. discos área total			-	
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas			-	
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas		N		
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"			-	
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	Conv. 1 - Ar. discos área total			-	
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas	+			
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas	+			
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"	+			
Aumento de la infiltración del agua	Conv. 1 - Ar. discos área total		N		
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas	+			
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas	+			
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	Conv. 1 - Ar. discos área total		N		
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas	ind			
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas	ind			
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"	ind			
Man. adecuado de la fertilidad y manten. de la materia orgánica	Conv. 1 - Ar. discos área total			-	
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas			-	
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas	ind			
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"	ind			
Evitar o reducir la contaminación	Conv. 1 - Ar. discos área total			N	
	Conv. 3 - Ar. discos en franjas				?
	Modif. 1 - Ar. cincel en franjas				?
	Modif. 2 - Siembra "piloneada"				?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

En términos de productividad, los sistemas convencionales 1 y 3, que involucran respectivamente el arado de discos en área total y en franjas, y la siembra "piloneada", presentan un impacto negativo en relación con el testigo, ya que aumentan los costos de labranza. Sin embargo, si hay un pequeño aumento de rendimientos de cosechas a mediano plazo, por la mejoría del suelo, estos costos serían retornados con facilidad. El arado de cincel en franjas (modificado 1) se ha mostrado prácticamente neutral en este aspecto.

Desde el punto de vista de la cobertura vegetal del terreno, apenas el sistema convencional 1 (arado de discos en área total) presenta un impacto negativo si es comparado con la rastra rompedora en área total. Los dos sistemas modificados y el convencional 3 dejan el terreno más protegido con cobertura vegetal que la rastra en área total, por lo tanto muestran un impacto positivo en este aspecto. La infiltración del agua, como una consecuencia de la mayor cobertura del terreno y de las condiciones de la estructura del suelo, es afectada positivamente por los sistemas convencional 3 y modificados 1 y 2. No se espera un impacto acentuado en la infiltración entre los sistemas convencional 1 y 2. Acerca de la reducción de escorrentía, se espera un impacto indirecto similar al de la infiltración del agua.

Las condiciones anteriores favorecen el mantenimiento de la fertilidad del suelo en ambos sistemas modificados. Los dos sistemas que involucran el arado de discos, tanto en área total como en franjas, invierten la capa arable más profundamente que la rastra rompedora, con lo cual mezclan el horizonte A de mejor calidad con el horizonte B argílico, de peores condiciones para el desarrollo de la agricultura. Por eso, el impacto esperado es negativo.

La contaminación se deja como una interrogante. Por un lado, estos sistemas más conservacionistas, desde el punto de vista de la erosión, pueden reducir la contaminación por sedimentos en las aguas superficiales; mejorar las condiciones biológicas del suelo, por el mantenimiento de la cobertura y de la materia orgánica; y reducir las necesidades de fertilización a mediano plazo, por el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Sin embargo, pueden requerir la utilización de más herbicidas. Del balance de estos factores aún no estudiados, resultará el impacto final.

Como una información adicional, en el área piloto de Bijagual de Turrubares, en condiciones de suelo muy semejantes físicamente a Labrador de San Mateo, la labranza con arado de cincel mostró ser un 33 por ciento más barata que la labranza con arado de discos, ambos utilizados en área total (3,0 horas-máquina/ha para el cincel contra 4,5 horas-máquina/ha para el arado de discos, para un mismo valor de alquiler).

Obviamente que los costos absolutos de labranza, y en particular, las relaciones entre tipos de labranza pueden variar de un sitio a otro, de acuerdo con diversos factores, tales como: características y estado de conservación de los equipos, condiciones del terreno (pendientes, tipo de suelo, textura, estructura, compactación, malezas, entre otros), habilidad de los operadores, relación tractor-equipo, y demás variables. Sin embargo, las relaciones tienden a seguir patrones más o menos similares.

VARIABLES FITOTÉCNICAS EN LA INSTALACIÓN Y MANEJO DE LOS CULTIVOS

La selección correcta y la instalación de los cultivos en el campo pueden cumplir con un importante papel para lograr los objetivos de la agricultura conservacionista, cuales son producir y conservar.

En este sentido, algunas variables fitotécnicas son en particular importantes, ya que afectan directa o indirectamente, el grado de cobertura del terreno y el rendimiento de los cultivos. Estas variables se describen a continuación:

- La selección de la semilla con calidad adecuada de vigor, sanidad y germinación.
- La densidad de siembra y la distribución de las plantas en el terreno.
- Las fechas de siembra apropiadas para tener el suelo ya cubierto en el período de mayor intensidad de lluvias.
- Las épocas adecuadas de cosecha y almacenamiento apropiado para evitar pérdidas sistemáticas de los productos, lo cual incide en la necesidad de más áreas de siembra.

Estos aspectos son particularmente importantes para granos básicos u otros cultivos producidos desde la óptica del autoconsumo, en donde los agricultores normalmente dejan de lado algunos aspectos primordiales que pueden garantizar una buena productividad con pocos costos adicionales o sin ellos.

En este sentido, se han desarrollado algunas experiencias en las áreas piloto, que intentan demostrar la importancia de tener en cuenta algunas de estas variables para aumentar la producción y, a la vez, mejorar la conservación de suelos y agua, en busca de los siguientes objetivos:

- a. Aumentar la productividad de los cultivos de subsistencia;
- b. Aumentar la producción de biomasa y la cobertura del terreno;
- c. Posibilitar la reducción de áreas sembradas con cultivos anuales en terrenos considerados marginales.

Las prácticas llevadas a cabo en este tema se describen a continuación:

UTILIZACIÓN DE SEMILLAS DE MEJOR CALIDAD EN LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRIJOL⁷

Descripción del problema

En la producción de granos básicos, tales como el maíz y el frijol, los pequeños agricultores suelen utilizar como semilla el grano producido en sus propias cosechas, sin una renovación genética del material o un proceso de selección adecuado. Ellos reaprovechan los granos por diversos ciclos de cultivo seguidos. Además, la gran mayoría no adopta medidas sencillas para producir localmente una semilla de mejor calidad, a partir de sus propios materiales (selección de material, aislamiento del campo, control de enfermedades transmisibles, almacenamiento, entre otras).

En cada uno de estos cultivos hay un rango de problemas en razón de esta práctica. En maíz, el deterioro genético del material original y la pérdida de calidad como semilla (germinación, vigor, uniformidad, etc.); en frijol, además de estos aspectos, el aumento de las enfermedades parece ser el aspecto más común e importante. En ambos casos, el potencial de producción es muy afectado. De hecho que las productividades bajan paulatinamente según los agricultores.

En algunos casos, el grado de deterioro de estos materiales alcanza tales niveles, que su mejoramiento, a partir de un proceso de selección local dentro de la finca, es poco factible.

La baja calidad del material sembrado conlleva a que la germinación sea afectada y el vigor de crecimiento de las plantas sea reducido. En este caso, la población de plantas por área y la biomasa producida son más pequeñas, lo cual significa menos cobertura vegetal del terreno por el cultivo y mayor probabilidad de erosión. Las malezas pasan a infestar más el terreno y, en estos casos, los agricultores las controlan en procura de reducir la competencia con el cultivo, dejando el terreno nuevamente en limpio.

Por otro lado, los agricultores justifican que utilizan los granos como semillas en función de los siguientes factores:

- falta de recursos financieros a la fecha de siembra;

7. Principales responsables: Alfredo Bruno, Asdrúbal Campos, Carlos Barboza, Gilberto Palacios, Jeroen Rijniers, Juan C. Moya, Oscar Brenes y Oscar Cid.

- dificultad de hacer desembolsos para invertir en un rubro de subsistencia, que no genera directamente ingresos financieros;
- falta de crédito u otros incentivos apropiados;
- falta de credibilidad o bajo grado de aceptación en los materiales disponibles en el mercado.

La introducción de material genético renovado, pero adaptado a las condiciones de los sistemas de producción de bajos insumos, puede ser una opción técnica para aumentar la productividad de estos cultivos y el grado y rapidez de cobertura del terreno.

En las áreas piloto con sistemas de producción que incluyen los granos básicos, los agricultores han manifestado el problema de la mala calidad de semillas y la necesidad de tener materiales mejorados, principalmente con menor nivel de infección de enfermedades.

Opción técnica seleccionada

En dos áreas piloto, en donde el problema era más severo, se ha tomado la decisión con los agricultores de montar campos de observación con diferentes materiales, para que ellos mismos hicieran sus anotaciones y evaluaciones. Esto con el objetivo de no introducir materiales no conocidos por ellos y, por lo tanto, de más difícil aceptación. Si ellos seleccionaran algún material disponible en el mercado, entonces se desarrollaría un mecanismo para abaratar y hacer más viable la adquisición de la semilla.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha realizado en dos diferentes condiciones:

Experiencia 1

- Ubicación: fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojanca;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 325 mm entre mayo y octubre, que finalizan en noviembre con un promedio de 241 mm de precipitación;

- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 4 y 40 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor. Son terrenos muy deteriorados por años de uso con ganadería extensiva mal manejada.

Experiencia 2

- Ubicación: fincas de Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm entre mayo y octubre, que finaliza en noviembre, con un promedio de 165 mm de precipitación;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre 3 y 18 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente ultisoles y alfisoles, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en las parcelas de observación de materiales de maíz y frijol, en San Isidro y Alto Socorro de Hojanca, y de maíz en Labrador de San Mateo, se presentan en las Tablas 10, 11 y 12.

Cabe señalar que las semillas de los materiales locales, utilizados como testigos, han sido aquellas que los agricultores del grupo han considerado como la de mejor calidad y las más productivas existentes entre ellos. De los resultados obtenidos en estas parcelas, se pueden sacar algunas conclusiones importantes:

- a. Los materiales de maíz presentan un comportamiento bastante diferente entre los dos locales, lo cual demuestra que este tipo de trabajo de observación y adaptación local debería ser ejecutado rutinariamente por los extensionistas junto con los gru-

pos de agricultores. Esta actividad contribuiría a afinar las recomendaciones de variedades en las diferentes condiciones agroecológicas del país.

- b. Las productividades alcanzadas en estas parcelas de observación, que han sido conducidas por los agricultores en sus propias condiciones, son mucho más elevadas que los niveles promedios de productividad en las respectivas fincas de ambas zonas; lo anterior indica que cuando se realiza una selección de la semilla, esta puede contribuir efectivamente para aumentar la productividad (véase la producción de las semillas locales).
- c. Las semillas de algunos materiales disponibles en el mercado no presentan un comportamiento mejor que las semillas de los agricultores (en este caso, las buenas semillas del grupo de agricultores), lo cual refuerza la convicción de ellos de que la semilla adquirida en el mercado no es mejor que las suyas propias.
- d. Lo anterior permite concluir también que es posible para el agricultor realizar propiamente una producción y selección de semilla y tener un material de mejor calidad que el promedio, incluso compitiendo con semillas adquiridas en el mercado.

Tabla 10: Producción de diferentes materiales de maíz en parcelas de validación, en San Isidro de Hojancha.

MATERIAL SEMBRADO	RENDIMIENTO kg/ha
CR-5 x CR-7	8 148
Diamante 8043	6 638
Tico V-7	6 571
Diamante (semilla del CNP)	6 571
Guarare	5 980
NB - 6	5 322
NB - 12	4 863
RPM x Tuxp. C17	4 008

Tabla 11: *Producción de diferentes materiales de frijol en parcelas de validación de postrera, en San Isidro de Hojancha.*

MATERIAL SEMBRADO	RENDIMIENTO kg/ha
UCR - 51	1 577
Sesenteno (semilla de Esparza)	1 511
DOR 379	1 248
Quiura	1 185
Brunca	1 183
Rojo Guaria	1 180
México 80 (semilla local)	1 051
Chorotega	1 050
México 80 (CNP)	986
Sesenteno rojo (semilla local)	920

Tabla 12: *Producción de diferentes materiales de maíz en parcelas de validación, en Labrador de San Mateo.*

MATERIAL SEMBRADO	RENDIMIENTO kg/ha	VOLCAMIENTO %
Variedad del agricultor (Edwin Serrano)	5 454	2
Guarare	5 125	12
Diamante 8043	4 534	14
NB - 12	4 534	4
NB - 6	4 271	16
CR-5 x CR-7	4 140	22
Diamante (semilla del CNP)	3 943	8
Tico V-7	3 943	14
RPM x Tuxp. C17	3 351	26

Evaluación por los agricultores

A los agricultores les gustó la experiencia de observar materiales en sus propias condiciones de trabajo, con uno al lado del otro para poder establecer comparaciones.

En el seguimiento del trabajo, este punto siempre ha sido tocado como una actividad que se debería seguir llevando a cabo. Sin embargo, no se necesita ejecutarla todos los años con el mismo grupo. Si el extensionista, cada tres o cuatro años, establece estos campos de observación en diferentes áreas de trabajo, puede almacenar un envidiable conocimiento acerca del comportamiento de los diferentes materiales en su área de actuación y suministrar importantes informaciones a los agricultores y retroalimentar el proceso de investigación.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica puede ser realizada en cualquier comunidad, ya que se trabaja con pequeñas cantidades de semillas. Para hacer viable la producción de semilla de mejor calidad, a partir de esta selección de materiales, se puede adoptar el sistema del Banco Comunal de Semillas, descrito más adelante.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Este tipo de trabajo puede ser ejecutado en cualquier situación edafoclimática y socioeconómica, con el apoyo del extensionista, sobre todo en donde los granos básicos son importantes para la subsistencia familiar.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

La siembra de maíz y frijol con semillas de mejor calidad afecta positivamente el rendimiento de estos cultivos con muy bajo costo adicional. Asimismo, con un crecimiento más vigoroso de las plantas, se puede proporcionar una cobertura más eficiente del terreno, lo que indirectamente contribuye al aumento de la infiltración del agua y la reducción de la escorrentía. En relación con la fertilidad del suelo, no se espera un impacto medible si los aumentos de rendimientos de cosechas son compensados con la reposición a través de la fertilización. La mejor sanidad del material podrá contribuir de manera significativa en la reducción del uso de algunos pesticidas y, por ende, aminorar la contaminación. Las opciones de impactos más probables son presentadas en el Recuadro 7.

Recuadro 7: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

BANCO COMUNAL DE SEMILLAS DE MAÍZ Y FRIJOL⁸

Descripción del problema

El problema está relacionado con la falta de motivación de los agricultores para adquirir semilla de mejor calidad genética y fitosanitaria en el mercado, a pesar de la baja calidad promedio de las semillas propias que son sembradas.

Opción técnica seleccionada

Se propuso un sistema comunal para mejorar la producción de semilla a escala local, denominado Banco Comunal de Semillas, lo cual transforma parte de los costos desembolsables (externos a la finca por el concepto de adquisición de semillas en el mercado) en costos no desembolsables (internos a la finca, por el concepto de mano de obra del agricultor y su familia).

Este procedimiento se ha vuelto todavía más importante tras la desactivación de los programas de mejoramiento y producción de semillas de granos básicos por parte del Estado. El Banco Comunal de Semillas es una manera de crear una cierta independencia de los agricultores en relación con este insumo básico para la producción.

8. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Carlos Barboza, Gilberto Palacios, Juan Carlos Moya, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Funcionamiento del Banco Comunal de Semillas

Paso 1: El extensionista explica al grupo de agricultores del área cómo funciona el Banco Comunal de Semillas e identifica a los interesados en participar. Se asegura de que la directiva del grupo de agricultores esté anuente en administrar el banco de semillas, lo que puede ser realizado mediante el nombramiento de un Comité de Semillas elegido entre los mismos agricultores.

Paso 2: Tomando como base las observaciones en las parcelas de comparación de materiales (tal como el caso presentado anteriormente), los agricultores seleccionan aquellos que más les interesa sembrar. En la primera campaña agrícola, el extensionista identifica las necesidades de semillas (especie, variedades y cantidades) que requieren los agricultores, hasta un máximo de 4 kg de semilla/agricultor, para cada especie.

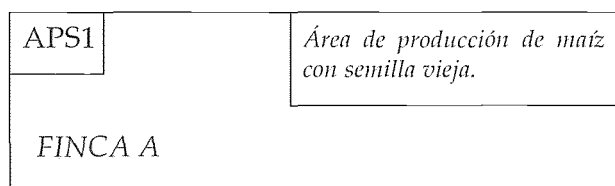
Paso 3: El grupo de agricultores financia la compra del primer lote de semillas; este primer lote puede ser una cantidad muy pequeña y, por eso, tal vez pueda ser adquirido con recursos propios del grupo.

Paso 4: Con la orientación del extensionista (que puede estar asesorado por los especialistas en la producción de semillas), la directiva distribuye las semillas a los agricultores participantes, y mantiene un catastro de control.

Paso 5: Este material, de mejor calidad genética y sanitaria, cada agricultor lo siembra en una pequeña parte de la finca (APS1) con el objetivo prioritario de producir semilla propia para el cultivo siguiente (semilla propia de primera generación en la finca). En las demás partes de la finca, el agricultor siembra la semilla vieja que suele utilizar (semillas propias de 5^a ó 6^a generación).

Ejemplo del primer cultivo:

APS1 - área de producción de semillas propias de primera generación



El agricultor debe conducir el campo APS1 (área de producción de semilla propia) con ciertos cuidados. En lo anterior, lo debe asistir el extensionista.

Paso 6: El agricultor cosecha el campo APS1. De allí selecciona material que le servirá de semilla para sembrar en la finca en el período de cultivo siguiente. Se trata de un material de primera generación en la finca (técnicamente ya no puede ser llamado de semilla), probablemente con calidad superior a la semilla que él tradicionalmente siembra, de 5ª ó 6ª generación.

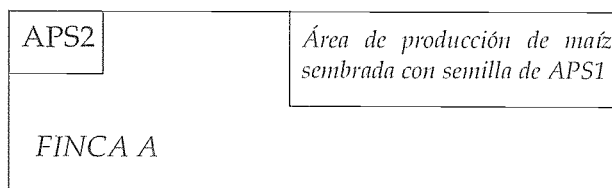
Paso 7: Con material cosechado de un área u otra (puede ser los granos desechados de la selección de APS1 o de la producción del área de cultivo normal de la finca), el agricultor reintegra al Banco Comunal de Semillas la cantidad de semilla recibida anteriormente X 2 (el doble).

Paso 8: Al tener el total de granos reintegrados, el comité directivo del banco de semillas los vende en el mercado como grano para consumo y recauda fondos para reintegrar el crédito y comprar una nueva partida de semillas mejoradas, que nuevamente son distribuidas entre los agricultores para la segunda campaña agrícola (año 2).

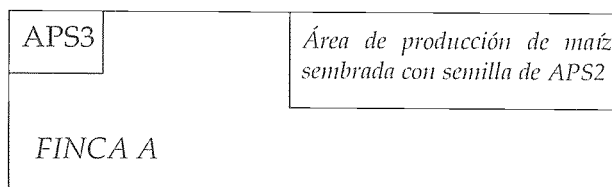
Paso 9: Al tener esta nueva semilla, los agricultores hacen un pequeño campo de producción de semillas APS2 en el año 2 (idéntico al paso 5). Sin embargo, en el área de cultivo normal de la finca ya no siembra la semilla de 5ª ó 6ª generación, sino lo de la semilla de 1ª generación producida en el campo APS1, de la campaña agrícola anterior (año 1). De esta manera, el proceso puede seguir indefinidamente, siempre sembrando semillas de primera generación producidas en las mismas fincas.

Ejemplo de seguimiento:

APS2 - área de producción de semillas propias de primera generación, año 2



APS3 - área de producción de semillas propias de primera generación, año 3



Cabe señalar que todos los pasos anteriores para llevar a cabo los campos APS pueden ser ejecutados comunalmente por el grupo de agricultores. Se selecciona una pequeña área para la producción de semillas, en donde todo el grupo trabaja y produce de manera compartida. En la ausencia de un área comunal, se puede rotar de finca en finca, a cada época agrícola.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos con el Banco de Semillas han estado por debajo de las expectativas, principalmente en función de los siguientes aspectos:

- Las deficiencias de organización en los dos grupos trabajados no propiciaron un ordenamiento eficiente por parte de los agricultores del comité.
- En ambos casos faltó asesoramiento más cercano y seguido a los agricultores para poner en marcha un sistema nuevo y de operación inicial quizás compleja para ellos.
- Ha faltado más capacitación para los agricultores sobre las técnicas sencillas de producción de semillas en la finca y de autogestión; quizás, también, ha faltado más capacitación para los extensionistas, como forma de motivarlos y convencerlos acerca de la importancia del tema.
- Ambos grupos de agricultores siempre estuvieron pendientes de facilidades asistencialistas y quizás no hayan entendido que el Banco de Semillas se trata de una actividad que depende básicamente del esfuerzo de autogestión del grupo.

Evaluación por los agricultores

El tema de la calidad de semilla siempre estuvo presente en los talleres de evaluación y seguimiento con ambos grupos; a los agricultores siempre les interesó tener semillas de mejor calidad. Sin embargo, los aspectos antes mencionados no permitieron que el Banco de Semillas funcionara eficientemente. No obstante, este podría ser una solución factible para mejorar la calidad de semilla en las pequeñas fincas.

Facilidades para realizar la práctica

La experiencia ha demostrado que para la implementación de la práctica se requiere de los siguientes elementos:

- Un grupo organizado, motivado y dispuesto a tomar para sí la responsabilidad de tareas que les ayudará a producir más eficientemente.
- Capacitar al grupo en la producción de semillas en la finca y en el desarrollo de la capacidad de autogestión.
- Asesoramiento y seguimiento cercano por parte del extensionista hasta que el proceso esté funcionando.
- La existencia de materiales varietales genéticamente estables, que permitan la multiplicación controlada en la finca. Los materiales híbridos no se prestan para este tipo de trabajo por la variabilidad genética de la descendencia.

Con base en estos elementos, la práctica puede ser ejecutada por todos los grupos organizados del país. Cabe señalar que la semilla de base para el Banco de Semillas (aquella parte que se adquiere a cada época agrícola para sembrar los campos APS), no necesariamente son semillas de variedades mejoradas vendidas en el mercado y producidas por instituciones oficiales de investigación. Pueden ser materiales criollos producidos por otros agricultores; sin embargo, es necesario que sea de reconocida calidad genética (pureza) y fitosanitaria, principalmente. Algunas observaciones en relación con el Banco Comunal de Semillas son importantes:

- El material reintegrado al Banco de Semillas, que sea material de buena calidad, producido en los campos APS, no debe ser vendido como "semilla" porque no lo es. "Semilla" es un material que posee una serie de características determinadas en legislación. Por eso, debe ser siempre vendida como grano.
- Lo anterior no impide que se hagan negocios entre agricultores, ya que puede haber interés de los vecinos por el material producido en las APS. Sin embargo, en este caso no se involucra el Banco de Semillas y la directiva de este como tal.
- Los agricultores participantes deben recibir capacitación para producir material de buena calidad, sin el cual el banco de semillas pierde su finalidad; aspectos como mantenimiento de distancias adecuadas de otros maizales, control de enfermedades, eliminación de plantas enfermas o con otras características no deseables (roguing), punto de cosecha, selección de semillas, almacenamiento, etc., son importantes para obtener buen material de siembra.

- Con el funcionamiento del Banco, las cantidades de material que el grupo debe reintegrar puede ser más o menos del doble. Depende de las relaciones de precio grano/semilla, de las necesidades de los participantes, etc. Debe ser una decisión interna del grupo, asesorado por el extensionista.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Básicamente, la ejecución del Banco Comunal de Semillas tendría, en términos de impacto, el comportamiento ya discutido en la técnica anterior acerca de la introducción de materiales de mejor calidad genética y fitosanitaria. Las opciones de impactos más probables son representadas en el Recuadro 8.

Recuadro 8: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

DENSIDAD DE SIEMBRA DE MAÍZ⁹

Descripción del problema

En la producción de maíz de ladera, la población de plantas por área suele ser baja. Lo anterior tiene sus razones, tales como la reducción de la competencia entre plantas por la baja fertilización, reducción de riesgo de sequía, entre otras. No obstante, ambos argumentos de cierta manera dejan de ser correctos cuando el mismo agricultor que los utili-

9. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Oscar Brenes y Oscar Cid.

za, al contrario, siembra 2 ó 3 plantas por hoyo, con lo cual aumenta la competencia entre plantas dentro del hoyo y deja espacios grandes sin sembrar. En estos espacios libres se desarrollan las malezas de manera más agresiva, que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes. Al controlarlas, el agricultor gasta más mano de obra y deja el suelo en limpio, con el consiguiente aumento del proceso erosivo.

En zonas donde la lluvia es bien distribuida durante la época agrícola, los suelos presentan fertilidad de mediana a alta y los pequeños agricultores ya utilizan fertilizantes en dosis aceptables para una producción mediana, no cabe mantener la población de plantas muy baja, entre 25 000 a 30 000 planta/ha como suele ocurrir.

Opción técnica seleccionada

En San Isidro de Hojancha se realizó una validación en finca en el año 1994 con diversas poblaciones de plantas de maíz. La cosecha de estas parcelas no ha sido medida; sin embargo, los agricultores que las condujeron han decidido seguir sembrando en sus propias fincas con mayor población de plantas en la temporada agrícola de 1995.

Condiciones de ejecución de la práctica

Las observaciones se han realizado en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojancha;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 325 mm entre mayo y octubre;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 12 y 25 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor;
- Fertilización: se utilizó la fertilización media de la región (100 kg/ha de 10-30-10).

Resultados obtenidos

Los resultados observados por dos de los agricultores que sembraron el maíz en diferentes poblaciones se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13: *Producción de maíz sembrado en diferentes poblaciones de plantas en San Isidro de Hojanca.*

MATERIAL SEMBRADO/POBLACIÓN	Tamaño de mazorca (%)			Rendim. (kg/ha)
	grande	media.	peq.	
Diamantes 8 043 - 39 000 plantas/ha	40	30	30	2 550
Diamantes 8 043 - 56 000 plantas/ha	20	40	40	3 730
Guarare - 42 000 plantas/ha	43	33	24	3 302
Guarare - 44 000 plantas/ha	39	34	27	3 418

Los efectos de la población final de plantas de maíz en los rendimientos de cosecha son ampliamente conocidos. Obviamente que en este nivel tecnológico de bajas fertilizaciones, el agricultor no debe sembrar una población muy elevada (el caso de 56 000 plantas por ejemplo), ya que se reduce sustancialmente la cantidad de mazorcas grandes, aunque el rendimiento global haya sido el mejor. Para los pequeños agricultores que trabajan el maíz a mano (destusado y desgrane), el hecho de aumentar el porcentaje de mazorcas pequeñas puede ser negativo.

Si se compara con los promedios de población diagnosticados de 25 000 a 30 000 plantas/ha y rendimientos de 2 200 a 2 700 kg/ha, la población alrededor de 40 000 a 45 000 plantas/ha parece ser la más recomendable, principalmente porque se mantiene una buena proporción de mazorcas grandes y medianas.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que han sembrado con mayor población de plantas que el promedio, durante el Taller de Evaluación de 1995, afirmaron haber observado la reducción de la infestación de malezas en el área cultivada y aumento de los rendimientos.

Facilidades para realizar la práctica

Se trata apenas de aumentar la población de plantas, lo cual requiere solamente mayor cantidad de semilla.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser realizada en las fincas ubicadas en suelos de mediana a alta fertilidad y con buena distribución de lluvias. Desde el punto de vista económico, no aumenta los costos, ya que el aumento de necesidad de semilla puede ser compensada por una reducción del área de siembra, si es el caso de mantener solamente una producción constante para satisfacer el autoconsumo. En el caso de comercialización de la cosecha, el aumento de la producción compensa el mayor consumo de semillas.

La existencia de una sembradora de tracción animal, que pudiera sembrar el maíz grano a grano en el surco, en vez de 2 a 3 semillas por hoyo, en donde las plantas van a competir más por agua, nutrientes y radiación solar, podría aumentar aún más el efecto positivo de la población de plantas.

Para otras condiciones agroecológicas, se recomienda que los extensionistas validen la práctica con los respectivos grupos de agricultores.

Cabe señalar también que la relación rendimiento *vs.* población de plantas de maíz está muy relacionada con el material genético utilizado. Si es un material que genéticamente tiende a producir una sola mazorca por planta, el efecto de la población de plantas suele ser más fuerte que en los materiales que tienen la capacidad de producir más de una mazorca por planta; en estos, hay una tendencia de compensación, que aumenta el número y tamaño de mazorcas en bajas poblaciones si están satisfechas las necesidades nutricionales de las plantas.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

El aumento de la población de maíz afecta positivamente el rendimiento de este cultivo y la cobertura vegetal del terreno, lo que indirectamente contribuye en el aumento de la infiltración y la reducción de la escorrentía. En relación con la fertilidad del suelo, es difícil pronosticar un impacto ya que el aumento de rendimiento puede acelerar el proce-

so de disminución de la fertilidad si esta no es una repuesta con criterio. De otro lado, la mayor producción de biomasa puede contribuir a aumentar la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico. Desde el punto de vista de la contaminación, puede ser considerada como una práctica neutral. Los impactos esperados se presentan en el Recuadro 9.

Recuadro 9: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				?
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

COSECHA Y ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL MAÍZ¹⁰

Descripción del problema

En gran parte de las áreas productoras de maíz de autoconsumo, los agricultores suelen ir cosechando las mazorcas desde la fase de grano lechoso. Aquellas que van quedando, cuando alcanzan la madurez fisiológica, se doblan las respectivas plantas para que terminen el secado en el campo. Sin embargo, todavía siguen cosechando en la medida de las necesidades. Hay fincas que siembran el maíz en mayo/junio y están todavía cosechándolo en marzo del año siguiente.

10. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Lo anterior ocurre por diferentes motivos:

- Los agricultores no disponen de instalaciones donde el maíz pueda ser almacenado adecuadamente para su secado final.
- Los agricultores no disponen de mano de obra suficiente para afrontar la cosecha de café y del maíz al mismo tiempo, y optan por la cosecha de café, su cultivo comercial.
- Algunos agricultores afirman que el maíz dejado en el campo suele ser menos afectado por las plagas que mal almacenado en un galpón, lo que puede resultar verdadero en algunas condiciones.

Sin embargo, independiente del motivo que lleva el agricultor a dejar el maíz en el campo, en aquellas áreas cercanas a las reservas de vida silvestre o en donde la humedad atmosférica es muy elevada (presencia de mucha lluvia y neblina con la consecuente baja radiación solar), las pérdidas del grano suelen ser demasiado elevadas.

En San Isidro de Hojancha se evaluó durante la época agrícola 1995, las pérdidas en mazorcas de maíz dejadas en el campo hasta final de octubre y comienzo de noviembre. Por el consumo directo de pájaros (principalmente pericos) se llegó a un 25 por ciento de pérdidas y por la pudrición, en función de la entrada de agua y el desarrollo de hongos, a más de 30 por ciento, lo cual alcanzó la pérdida total de un 55 por ciento promedio.

Opción técnica seleccionada

La opción técnica es sencilla; esta consiste en construir un pequeño galpón en la finca para el almacenaje de maíz en mazorca, protegido de ratas y con suficiente ventilación natural para el secado completo del maíz.

Resultados obtenidos

Los costos para la construcción de un pequeño galpón de almacenaje son presentados en la Tabla 14.

Tabla 14: Costos para la construcción de un galpón elevado para el almacenamiento de maíz y otros granos, en San Isidro de Hojancha.

ELEMENTO DE COSTO	CANTIDAD	COSTOS (¢)	
		UNITARIO	TOTAL
- Postes de madero negro (columnas)	4	800	3 200
- Postes para vigas	10	500	5 000
- Varas para el techo	8	150	1 200
- Láminas de zinc (30)	8	1 650	13 200
- Clavos de 4'	1 kg	134	134
- Clavos de 3'	2 kg	134	268
- Clavos de 2'	2 kg	132	264
- Clavos de techo	2 kg	250	500
- Mano de obra para construcción	20 h	150	3 000
- Transporte	-	-	800
Costo total del galpón			27 566

El galpón debe ser construido a más o menos 80 a 100 cm del suelo. A la altura de 80 cm del suelo se debe poner en cada columna de madera que sostenga el galpón, una chapa de zinc en forma de sombrero, con un ala de unos 15 cm. Esta ala no permite que las ratas suban al galpón.

Las paredes laterales se pueden construir con diferentes materiales baratos como el bambú o madera rolliza, lo que reduciría considerablemente el costo final del galpón. Dejar espacios entre uno y otro para ventilación.

El costo de ¢27 566 equivale aproximadamente a 1 000 kg de maíz, a valores de la época. Para un agricultor que hubiera sembrado 2 ha de maíz con un rendimiento de 3 000 kg/ha, la pérdida de 55 por ciento por plagas y humedad equivale a 3 300 kg. Si con la cosecha y almacenaje en un galpón el agricultor logra reducir las pérdidas para un 20 por ciento, esto equivale a 1 200 kg, la diferencia entre 3 300 kg y 1 200 kg = 2 100 kg que el agricultor deja de perder se puede estimar en ¢57 800, plenamente suficiente para pagar el galpón ya en la primera cosecha.

Asimismo, tomando en cuenta solamente las necesidades de autoconsumo de la finca, podría reducirse la necesidad de áreas para maíz en un 30 por ciento, lo cual evita la siembra de este cultivo en las áreas marginales, tal como ya ha sido discutido en otra sección de este módulo.

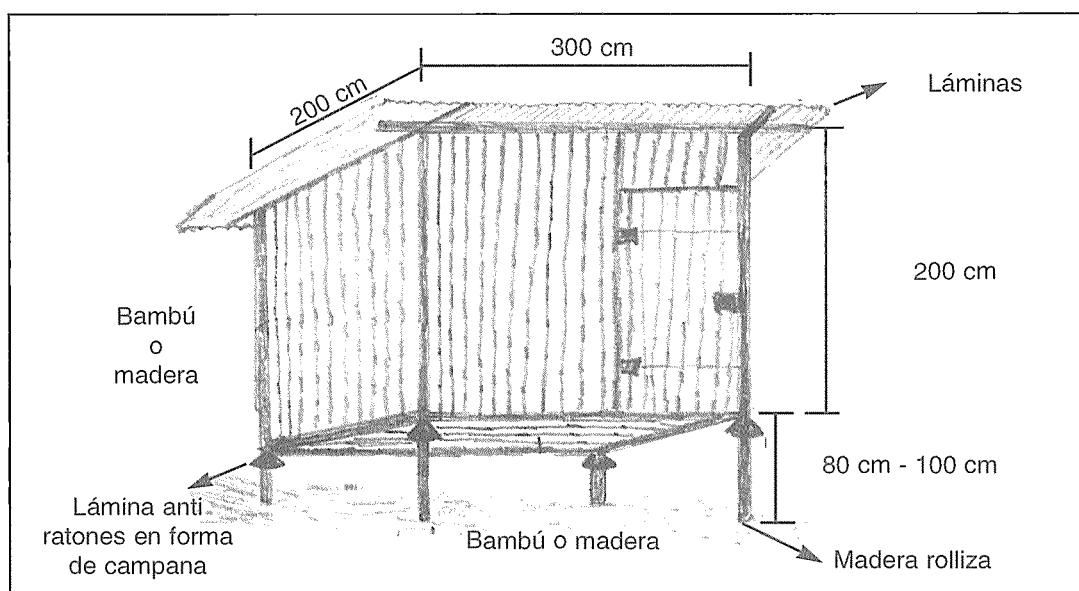


Figura 3: Modelo de un galpón de almacenamiento.

Evaluación por los agricultores

A pesar de las ventajas económicas aparentes, los agricultores no se sintieron motivados a construir galpones con estas características. Probablemente por los motivos de que ha faltado más énfasis y conciencia acerca de la técnica y la costumbre arraigada de cosechar el maíz conforme se presenta la necesidad.

Facilidades para realizar la práctica

Se trata de una práctica fácil de ejecutar ya que todos los agricultores saben manejar adecuadamente la construcción de galpones sencillos.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser realizada en fincas con sistemas de producción que involucran el maíz u otros granos básicos. Puede ser construida con materiales muy sencillos y baratos, encontrados dentro de la misma finca.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Los impactos esperados por la aplicación de esta práctica de manera sistemática pueden ser observados en el Recuadro 10. La práctica puede ser decisiva en la productividad de la finca, vía la reducción de las pérdidas del grano producido. Si se considera la posibilidad de reducción de áreas de maíz con el aumento de la productividad, la cobertura del suelo podría ser indirectamente afectada a través del cambio de uso. Para los demás principios, la práctica puede ser considerada como neutral.

Recuadro 10: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind			
Aumento de la infiltración del agua		N		
Manejo adecuado de la escorrentía superficial		N		
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		?
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

En las zonas tropicales por lo general los suelos no presentan un nivel de fertilidad natural que pueda garantizar una producción agrícola económicamente competitiva. Los problemas más comunes son de acidez (pH bajo); presencia de elementos en niveles tóxicos (aluminio y manganeso suelen ser los más comunes); falta de ciertos nutrientes (fósforo suele ser el más deficiente); desequilibrio químico entre elementos (balance de calcio + magnesio en relación con el potasio), y otros aspectos de menor importancia geográfica.

Asimismo, los suelos más meteorizados como los ultisoles y algunos alfisoles presentan un comportamiento químico muy dependiente del nivel de materia orgánica presente en el perfil, principalmente en razón de la influencia de esta en la capacidad de intercambio catiónico-CIC.

Desde el punto de vista físico y de manejo de estos suelos, la materia orgánica contribuye en el mantenimiento de la estructura y otras características relacionadas con ella: porosidad, aireación, infiltración, conductividad hidráulica, flujos de calor. Además, tiende a dar más friabilidad a los suelos arcillosos y reducir su adherencia.

En el proceso de producción agrícola, algunos aspectos de manejo del sistema, que se describen a continuación, contribuyen a reducir aún más la fertilidad de los suelos o a que la eficiencia de las fertilizaciones no sea la esperada:

- El poco o ningún aprovechamiento que se da a los residuos de la producción (rastros, cascarillas, cachazas, bagazos, brozas, estiércoles, lixiviados, etc.), lo que incide en que los nutrientes extraídos del suelo y contenidos en estos residuos sean transportados y utilizados en otros lados o perdidos (descomponiéndose amontonados, transportados hacia un curso de agua, quemados, etc.). En ambos casos, no vuelven al suelo de donde han sido extraídos para recomponer parte de la fertilidad (nutrientes y materia orgánica).
- La fertilización año tras año con fórmulas patrón para ciertos cultivos, sin el monitoreo del comportamiento del suelo, lo que suele causar desequilibrios entre nutrientes, desde grados muy suaves hasta muy severos.
- La utilización de sistemas de labranza que no favorecen el crecimiento radicular de las plantas cultivadas ni el almacenamiento del agua en el suelo, limita el aprovechamiento de la fertilidad, ya sean los elementos nativos o fertilizantes.

- La utilización de prácticas de producción que favorecen las pérdidas de nutrientes y materia orgánica por erosión, volatilización, lixiviación y otros procesos de pérdidas.

En el proceso de producción agrícola en los trópicos, es muy importante tener en cuenta estos aspectos ya que las transformaciones, principalmente de la materia orgánica, son relativamente rápidas y un manejo equivocado puede conllevar a situaciones de difícil superación.

Durante la ejecución del Proyecto MAG/FAO, se han tomado en cuenta diversos aspectos para mejorar y mantener la fertilidad del suelo en diferentes sistemas de producción, principalmente en la capacitación de técnicos y productores para el manejo adecuado de los aspectos antes mencionados.

Se ha implementado, junto con los grupos de productores, prácticas relacionadas con:

- Monitoreo de la fertilidad del suelo mediante el análisis periódico.
- Reciclaje de los residuos de cosecha.
- Épocas y condiciones más adecuadas de suelo para ejecución de la fertilización.
- Utilización de enmiendas, principalmente encalado y enmiendas orgánicas propias de la producción agrícola y animal.

En algunas áreas donde el problema de la fertilidad se mostró más severo, algunas experiencias fueron llevadas a cabo en fincas de agricultores, como forma de demostración de lo que se planteaba en las capacitaciones.

Además de estas prácticas descritas en este ítem con algún detalle, otras prácticas descritas en otros también han contribuido en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, por ejemplo: las prácticas de labranza de conservación, el uso de plantas abonos verdes, las prácticas de manejo adecuado de las malezas y las de arreglos y selección de cultivos, entre otras.

FERTILIZACIÓN DE CEBOLLA CON BASE EN EL ANÁLISIS DEL SUELO¹¹

Descripción del problema

En la zona norte de Cartago, los agricultores no suelen monitorear la fertilidad del suelo por medio del análisis periódico y tenerlo como un indicador para la aplicación de fertilizantes en cebolla y otros cultivos. Normalmente, ellos utilizan una formulación establecida según criterios personales del "saber-hacer" de cada uno.

Los suelos de la zona, los cuales están clasificados como inceptisoles y andisoles, antes carentes en algunos nutrientes, principalmente el fósforo, en la actualidad se encuentran con niveles variados de estos elementos. En casi todas las fincas, muchos de los nutrientes están en exceso o en relaciones desequilibradas entre ellos. Lo anterior como un resultado de la utilización de fertilizantes minerales con las mismas formulaciones y cantidades año tras año. Como los cultivos también son siempre los mismos, aquellos nutrientes en que las cantidades extraídas son más pequeñas que las cantidades adicionadas en las fertilizaciones se acumulan en el suelo, tal es el caso del fósforo. En realidad, los agricultores siguen fertilizando según las deficiencias existentes en el suelo años atrás.

La fertilización con fórmulas preestablecidas, en grandes cantidades y por mucho tiempo, pueden significar desbalances nutricionales importantes en el suelo, como, de hecho, se puede observar en la zona. Lo anterior puede resultar en mayores pérdidas de nutrientes por erosión, lixiviación y fijación; en una mayor probabilidad de contaminación de manantiales y cursos de agua; en una reducción de los rendimientos de los cultivos y, obviamente, en un aumento de los costos de producción.

Opción técnica seleccionada

Se han implementado 6 áreas de observación/demostración con fertilización con base en el análisis de suelos, comparándolas con las áreas fertilizadas según los criterios de los respectivos agricultores.

11. Principales responsables: Álvaro Chaves, Ana Cecilia Arias, Erick Sauer, José Lewis y Rafael Mesén.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas situadas en Tierra Blanca de Cartago;
- Piso altitudinal: entre 1800 y 2100 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 190 mm durante los meses de cultivo de la cebolla;
- Temperatura promedio: 15,4 °C;
- Pendientes del terreno: variables entre un 8 y 25 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles con acentuadas características ándicas, con fertilidad de media a alta, con mayores problemas por las fertilizaciones no balanceadas durante muchos años.

Resultados obtenidos

Experiencia 1

En la época agrícola de 1994 se implementaron 6 áreas de observación/demostración. Los resultados obtenidos son mostrados en la Tabla 15.

Tabla 15: Resultados de la fertilización de cebolla según el criterio de los agricultores (a) y según el análisis de suelo (b). Promedio de 5 fincas.

FUENTE FERTILIZ.	DOSIS (kg/ha)	RENDIMIENTO DE CEBOLLA		COSTO FERTIL. (¢)
		(ton/ha)	(¢/ha)	
a. 10-30-10	1 378	46,15	1 615 250	53 742
b. 10-30-10	187,5	45,34	1 586 900	17 226
+ Nutrán	+ 406,5			2 200*
Diferencia	- 784	- 0,81	- 28 350	- 34 316

* costo del análisis de suelo.

Los resultados demuestran que prácticamente no hay diferencias en rendimiento entre las fertilizaciones realizadas según los criterios de los 5 agricultores involucrados (promedio de 1 378 kg/ha de 10-30-10) y la fertilización basada en el análisis de suelo. Sin embargo, la posibilidad de reducción de 784 kg/ha de fertilizantes podría representar una economía sustancial en términos de otros costos, tales como: transporte del fertilizante, monto de crédito e interés sobre él para la adquisición del fertilizante, mano de obra para distribución, costos de importación, etc. Además, esta reducción puede representar menores riesgos de pérdidas de nutrientes y de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Mientras tanto, llamó la atención los resultados logrados en la sexta finca, en donde el agricultor utilizó, según su criterio, 213 kg/ha de 18-5-15 + 140 kg/ha de nutrán, contra los mismos 187,5 kg/ha de 10-30-10 + 406,5 kg/ha de nutrán. El agricultor obtuvo 11,8 ton/ha más de cebolla en su tratamiento, lo cual demuestra que:

- El cambio de formulación que propicie un mejor balance de nutrientes puede ofrecer resultados aún mejores.
- Los resultados de los análisis de suelo a través de los métodos de laboratorio utilizados pueden no estar indicando adecuadamente las necesidades de fertilización de los cultivos en estos suelos volcánicos; es decir, las relaciones entre los resultados de laboratorio, los límites utilizados como base para fertilización (bajo, mediano, alto) y la respuesta de los cultivos pueden no estar debidamente calibrados para estos suelos o para ciertos nutrientes.
- Con la generación de conocimiento más detallado acerca del tema, puede haber posibilidades de reducirse aún más la fertilización de cebolla, sin pérdidas económicas para el agricultor o para el país.

Experiencia 2

A raíz de los resultados obtenidos, se instalaron parcelas de fertilización según criterios estadísticos en fincas de agricultores, y se redujeron las fertilizaciones hasta un 40 por ciento de la dosis indicada por el análisis de suelo. En la Tabla 16 se presentan los resultados obtenidos en estas áreas.

Tabla 16: Producción de cebolla en relación con las dosis de fertilizantes minerales.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (ton/ha)	COSTO (¢)
Fertilización del agricultor (testigo)	55,5a*	40 900
Fertilización análisis del suelo (dosis 100%)	51,1a	17 200
Fertilización análisis del suelo (dosis 80%)	50,5a	13 600
Fertilización análisis del suelo (dosis 60%)	55,2a	10 200

*Los valores de rendimientos seguidos de la misma letra no presentan diferencia estadísticamente significativa al nivel de probabilidad de 95 por ciento.

Los resultados demuestran que la fertilización que suelen hacer los agricultores de la zona norte de Cartago puede ser reducida. Para profundizar en el tema, se recomienda más trabajos de investigación, principalmente acerca de las relaciones entre nutrientes, escasez y toxicidad de microelementos y calibración de métodos de análisis.

Evaluación por los agricultores

No es fácil cambiar costumbres arraigadas. Los agricultores directamente involucrados en las experiencias se sintieron motivados a adoptar la práctica del análisis periódico de suelos. Sin embargo, se puede observar que el costo del fertilizante es relativamente reducido en relación con los rendimientos de cebolla (1kg de cebolla a ¢35 = 0,90 kg de 10-30-10). Así, los agricultores parecen preferir no arriesgar a bajar la fertilización para reducir algunos colones y tener también los rendimientos aminorados. Sin embargo, el tema merece una campaña de divulgación más dinámica para ser incorporado en los sistemas de producción.

Facilidades para realizar la práctica

Para realizar los análisis de suelos hay facilidades en el país; además, la región está atendida por la asistencia técnica, así que no habría impedimentos para su puesta en práctica.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Inceptisoles y andisoles cultivados con hortalizas y que han recibido pesadas fertilizaciones por muchos años.
- **Paisaje:** Factor que no influye.
- **Sistema de producción:** Agricultores que siembran cebolla en las partes altas de los volcanes centrales. Podría estar pasando lo mismo en el cultivo de otras hortalizas en esta zona; cabe a los técnicos identificar el problema e implementar una acción similar.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Entre los impactos positivos esperados, la productividad sería afectada por la reducción de los costos de fertilización con el mantenimiento de los rendimientos del cultivo. Obviamente que la fertilidad del suelo debe sufrir un proceso de mejoría. La contaminación del suelo y del agua, de igual manera, podrá ser positivamente afectada por el uso adecuado de las fertilizaciones minerales del cultivo de cebolla.

La cobertura vegetal del terreno puede ser indirectamente aumentada en la medida en que un mejor equilibrio de la fertilidad del suelo pueda ofrecer un mejor desarrollo del cultivo. Sin embargo, la amplitud de este impacto positivo va a depender de cuán grave era el problema de fertilidad y si llegaba a reducir el desarrollo de las plantas.

La fertilización según el análisis de suelo y la corrección de desbalances nutricionales, solamente podría presentar un impacto positivo en la infiltración de agua y la escorrentía si los problemas llegaban a afectar negativamente la estructura del suelo (concentración de sales, por ejemplo) o si el aumento de la producción de biomasa reciclada hacia el suelo (rastros) es efectivamente más grande con el mejoramiento de la fertilidad. En este caso específico, no se espera impacto en estos dos componentes.

En el Recuadro 11 se observan en resumen los impactos esperados por la ejecución de la opción técnica.

Recuadro 11: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind	N		
Aumento de la infiltración del agua		N		
Manejo adecuado de la escorrentía superficial		N		
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	+			
Evitar o reducir la contaminación	+			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

Informaciones más detalladas acerca de las experiencias de fertilización llevadas a cabo en la zona norte de Cartago se encuentran en el Informe Técnico Final de Erik Sauer, disponible en la biblioteca del Proyecto MAG/FAO.

UTILIZACIÓN DE ABONOS VERDES EN LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRIJOL EN LA REGIÓN HUETAR NORTE¹²

Descripción del problema

En la Región Huetar Norte, como en el resto de otras regiones del país, los agricultores suelen cultivar el maíz y el frijol en sus fincas, independientemente de si las condiciones de sus tierras son apropiadas o no para estos cultivos. Cuando se utilizan sistemas de labranza con movilización del suelo y cultivos totalmente en limpio, el proceso de erosión puede ser severo, si se toman en cuenta la cantidad e intensidad de las lluvias.

Además, la rentabilidad económica de estos dos cultivos es reconocidamente reducida si se compara con otros cultivos no tradicionales. Lo anterior, añadido a un limitado acceso de los productores a los insumos (fertilizantes, herbicidas y otros), conlleva a la necesidad de adoptar tecnologías que aumenten los rendimientos por área y, a la vez, reduzcan los costos de producción.

12. Principales responsables: Carlos Xatruch, David Meneses y Roberto Azofeifa.

Nota: Esta actividad es un producto de la cooperación MAG-PRIAG y con la debida anuencia de los responsables ha sido incorporada en este Informe Técnico por la importancia del contenido, con el objetivo de enriquecer el documento y dar a conocer más ampliamente la experiencia.

Opción técnica seleccionada

La utilización de plantas denominadas abonos verdes (plantas que son capaces de proteger, reciclar nutrientes e incorporar nitrógeno al suelo), asociadas o en relevo con estos cultivos, pueden proteger mejor el suelo, aumentar la productividad y reducir los costos de fertilización mineral. Se han implementado en fincas de productores cooperadores (investigadores) en el cantón de Upala, ensayos para la validación de mucuna (*Stilozobium deeringianum*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*), comparándolas con las áreas abonadas exclusivamente con fertilizantes minerales.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas situadas en el cantón de Upala;
- Piso altitudinal: 25 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios anuales entre 2 750 y 3 750 mm, distribuidos más fuertemente entre mayo y diciembre;
- Temperatura promedio: 23,5 °C;
- Pendientes del terreno: variables entre un 2 y 4 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles aluvionales, con fuerte influencia volcánica; buena profundidad efectiva; textura franca en la superficie, que aumenta en contenido de arcilla con la profundidad; fertilidad de mediana a alta, con problemas de deficiencia y retención (fijación) de fósforo.

Resultados obtenidos

Experiencia 1. Experimento de maíz sobre mucuna

Se sembró mucuna en una parte del área experimental y la otra parte fue dejada con las malezas espontáneas. Cuando la mucuna fue cortada y repicada, 15 días después se sembró el maíz, en ambas partes del área, simultáneamente.

Se aplicaron 2 tratamientos:

- a. Maíz sembrado en los rastrojos de malezas (sin rastrojos de mucuna) y fertilizado con 4 qq/ha de 10-30-10 + 3 qq/ha de nutrán en cobertura, a las 3 semanas.
- b. Maíz sembrado sobre rastrojos de mucuna sin fertilización mineral (química).

Los resultados presentados en la Tabla 17 demuestran las bondades de la siembra de mucuna antes de la siembra de maíz, tanto en la reducción de costos como en aumento de rendimientos de maíz por área y ganancias para el productor.

La utilización de mucuna antes del cultivo de maíz redujo la presencia de malezas en el terreno; así, el agricultor solo necesitó hacer una deshierba en el área de maíz sobre mucuna contra dos deshierbas en el área de maíz sin mucuna.

Tabla 17: Resultados de la producción de maíz en dos diferentes condiciones de rastrojos y fertilización en la Región Huetar Norte.

PARÁMETROS CONSIDERADOS	TRATAMIENTOS DE SIEMBRA DE MAÍZ	
	Sobre rastrojos de malezas - con fertilización mineral	Sobre rastrojos de mucuna - sin fertilización mineral
Mano de obra (¢)	50 500	50 250
Insumos (¢)	37 761	19 641
Costo Total (¢)	88 261	69 891
Producción (kg/ha)	1 936	2 194
Valor de la producción (¢)	85 217	95 652
Ganancia (¢/ha)	3 044	25 761

Experiencia 2 . Experimento de frijol sobre mucuna

En la misma finca de la práctica anterior, se llevó a cabo una experiencia similar con el cultivo de frijol. El frijol fue sembrado 45 días después del corte y repica de la mucuna.

Se aplicaron los 4 tratamientos descritos a continuación:

- a. Frijol sembrado sobre rastrojos de malezas (sin rastrojos de mucuna), fertilizado con 3 qq/ha de 10-30-10.
- b. Frijol sembrado sobre rastrojos de mucuna, sin fertilización mineral.
- c. Frijol sembrado sobre rastrojos de mucuna, fertilizado con 3 qq/ha de 10-30-10.
- d. Frijol sembrado sobre rastrojos de mucuna y maíz, sin fertilización mineral.

En la Tabla 18 se observa que los efectos positivos del cultivo anterior de mucuna se repiten en el caso de frijol. Hay ventaja tanto en el caso del uso de los rastrojos como en el caso de la combinación de estos con fertilización mineral. Se confirma, en este caso, la potenciación del efecto de la fertilización mineral en presencia de rastrojos de mucuna. Lo anterior ocurre probablemente en función de las mejores condiciones físicas y biológicas del suelo. En este caso, ha sido evaluada una población de lombriz de tierra 27,5 veces más elevada en los primeros 10 cm de suelo bajo los rastrojos de mucuna que en el suelo sin mucuna. Es conocido que una alta población de lombrices de tierra mejoran la aireación del suelo, la infiltración del agua y la transformación del material orgánico.

También, en este caso, la infestación de malezas fue reducida por la presencia de los rastrojos de mucuna, lo cual permitió reducir de 3 aplicaciones de herbicidas en el terreno sin mucuna para 1 aplicación + 1 chapea en donde había rastrojos de mucuna.

Tabla 18: Resultados de la producción de frijol en cuatro diferentes condiciones de rastrojos y fertilización en la Región Huetar Norte.

PARÁMETROS CONSIDERADOS	TRATAMIENTOS DE SIEMBRA DE FRIJOL			
	Sobre rastrojos de malezas - con fertilización mineral	Sobre rastrojos de mucuna - sin fertilización mineral	Sobre rastrojos de mucuna - con fertilización mineral	Sobre rastrojos de mucuna + maíz - sin fertilización mineral
Mano de obra (¢)	70 740	55 750	55 240	54 240
Insumos (¢)	29 820	16 260	24 740	15 660
Costo Total (¢)	100 560	72 010	81 980	69 900
Producción (kg/ha)	1 286	1 146	1 641	1 145
Valor de la producción (¢)	116 030	103 320	148 010	103 320
Ganancia (¢/ha)	15 470	31 310	66 030	33 400

Experiencia 3 . Experimento de frijol sobre canavalia

En otra finca se sembró canavalia asociada al maíz y en relevo a este asocio se sembró el frijol, 15 días después de chapeado y repicado el abono verde. A título de comparación, también se sembró frijol en un área similar, sin el cultivo de canavalia.

Se aplicaron los 3 tratamientos descritos a continuación:

- a. Frijol sembrado sobre rastrojos de malezas (sin rastrojos de canavalia), fertilizado con 3 qq/ha de 10-30-10.
- b. Frijol sembrado sobre rastrojos de canavalia + maíz, sin fertilización mineral.
- c. Frijol sembrado sobre rastrojos de canavalia + maíz, fertilizado con 3 qq/ha de 10-30-10.

Los resultados en la Tabla 19 muestran que no hubo un efecto positivo en los rendimientos de frijol solo con el uso de rastrojos de canavalia y maíz. Al contrario, el uso exclusivo de estos rastrojos redujo la producción y la ganancia en un 9 y 24 por ciento, respectivamente, aunque el uso de rastrojos haya permitido bajar en cerca de 31 por ciento el costo de insumos. Esta reducción de rendimientos probablemente esté relacionada con un balance negativo de nitrógeno a corto plazo en el suelo, resultado de la descomposición de la mezcla de rastrojos abono verde + maíz, con relación C/N más elevada que el rastrojo del abono verde puro. Como es reconocido que el frijol es una leguminosa con pequeña capacidad de autosuplirse de nitrógeno por la vía de la fijación simbiótica, es probable que haya faltado nitrógeno para el frijol en este tratamiento.

Por otro lado, la asociación del uso de los rastrojos con la fertilización mineral, una vez más ha potenciado la respuesta del frijol a la fertilización, con aumento de rendimiento y de ganancia del orden de 24 y 134 por ciento, respectivamente. En este caso, la fertilización mineral sería capaz de suplir el nitrógeno faltante en el pequeño período en que la descomposición presenta un balance negativo de este elemento.

Tabla 19: Resultados de la producción de frijol en tres diferentes condiciones de rastrojos y fertilización en la Región Huastar Norte.

PARÁMETROS CONSIDERADOS	TRATAMIENTOS DE SIEMBRA DE FRIJOL		
	Sobre rastrojos de malezas - con fertilización mineral	Sobre rastrojos de canavalia + maíz - sin fertilización mineral	Sobre rastrojos de canavalia + maíz - con fertilización mineral
Mano de obra (¢)	58 050	58 800	60 300
Insumos (¢)	18 150	12 470	21 330
Costo Total (¢)	76 200	71 270	81 630
Producción (kg/ha)	977	891	1 214
Valor de la producción (¢)	88 150	80 360	109 630
Ganancia (¢/ha)	11 950	9 090	28 000

En esta experiencia también se ha verificado la reducción de la infestación de malezas por la presencia de los rastrojos de canavalia, lo cual permitió que no se aplicara herbicidas en las parcelas con rastrojos de esta leguminosa, mientras la parcela sin rastrojos requirió de dos aplicaciones.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que llevaron a cabo las experiencias con mucuna y canavalia evaluaron que ambas son excelentes controladores de malezas, e inclusive reducen la infestación de la estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Contribuyen a aflojar el suelo, y los rendimientos de los cultivos son iguales o mayores que el abonado apenas con fertilizantes minerales.

Además, los agricultores evaluaron que el mantillo de rastrojos favorece el mantenimiento de la humedad del suelo, el crecimiento de lombrices de tierra y la diversidad de la fauna del suelo.

Facilidades para realizar la práctica

La siembra de abonos verdes en rotación, en asocio o relevo con cultivos de maíz y frijol, depende, básicamente, del conocimiento en el manejo de estas plantas (épocas y densida-

des de siembra, época de corte, entre otros). Un aspecto importante para hacer viable la práctica es la producción de semilla de los abonos verdes en la propia finca, para no depender de la compra en el mercado. Si el agricultor tuviera que comprar la semilla todos los años, probablemente va a optar por gastar estos recursos en otros rubros, quizás en fertilizantes minerales.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Las experiencias se han ejecutado en inceptisoles con influencia volcánica. Sin embargo, pueden responder bien en otros suelos. Se recomienda validarlas en otras condiciones.
- **Paisaje:** Factor que no influye.
- **Sistema de producción:** Agricultores que siembran pequeñas áreas de maíz y frijol en la Región Huetar Norte. Para áreas grandes es factible, pero más difícil la opción de sembrar abonos verdes, por las cantidades de semillas que se necesitan de estos dos materiales.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Los impactos esperados por la adopción de esta práctica son positivos para todos los criterios considerados. En promedio, se observa aumentos de productividad, aumento de la cobertura del terreno y de la infiltración del agua en el perfil. Obviamente que la escorrentía será, de manera indirecta, afectada. La fertilidad del suelo, en todos los aspectos (físicos, químicos y biológicos), presenta tendencia a mejorar en el mediano y largo plazo. Las posibilidades de contaminación se reducen.

En el Recuadro 12 se observan en resumen los impactos esperados por la ejecución de la opción técnica.

Recuadro 12: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial				ind
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	+			
Evitar o reducir la contaminación	+			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

PRODUCCIÓN DE MUCUNA PARA ABONO VERDE Y SEMILLA EN LABRADOR DE SAN MATEO¹³

Descripción del problema

En la zona de Labrador de San Mateo, los agricultores cultivan el maíz para autoconsumo con reducida aplicación de fertilizantes minerales. Además, cuando se utilizan sistemas de labranza con movilización del suelo y cultivos totalmente en limpio, el proceso de erosión suele ser severo.

En la evaluación de los agricultores, las productividades son paulatinamente más bajas, probablemente debido a la pérdida de la fertilidad del suelo, tanto porque no se reponen de los nutrientes extraídos por las cosechas como los que se pierden por erosión.

Por ello se evidenció la necesidad de mantener el suelo más cubierto para reducir la erosión y, a la vez, mejorar el proceso de reciclaje y suministro (en el caso del nitrógeno) de nutrientes al maíz, de forma más económica para el productor.

Opción técnica seleccionada

Al conocerse el efecto benéfico de la mucuna (*Stizolobium deeringianum*) sobre los rendimientos de maíz en otras zonas del país, se sembró, a título de observación, una parcela de mucuna con 200 m², en área de pasto.

13. Principales responsables: Carlos Barboza, Gilberto Palacios y Juan Carlos Moya.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: finca situada en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 345 mm entre mayo y octubre, período en que ha sido cultivada la mucuna;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendiente del terreno: 6 por ciento;
- Tipo de suelo: Alfisol, con fertilidad media, deficiente en P, con un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

La mucuna fue sembrada en junio de 1994 como un monocultivo en un área de pasto jaragua mezclado con malezas, sin labranza que remueve el suelo. Se controló la vegetación presente (pasto + malezas) con un herbicida "quemante" (Paraquat) y se espezueó a cada 90 cm x 50 cm, con dos semillas de mucuna por golpe. Los costos y la producción son mostrados en la Tabla 20.

Tabla 20: *Parámetros de costos y producción de biomasa de mucuna (Stizolobium deeringianum) por hectárea en Labrador de San Mateo.*

PARÁMETROS	CANTIDADES	VALOR (¢)
COSTOS		
Semilla de mucuna	50 kg	850*
Herbicida Paraquat	2,0 lts	2 000
Aplicación de herbicida	4,0 h	600
Siembra de la mucuna	8,0 h	1 200
Recolección de semillas	8,0 h	1 200
Total de costos		5 850
PRODUCCIÓN E INGRESOS		
Biomasa verde	31 250 kg	sin valor monetario
Biomasa seca	6 250 kg	sin valor monetario
Contenido de nitrógeno**	150 kg	sin valor monetario
Equivalencia de N x Urea	326 kg	18 250
Semilla producida	3 375 kg	sin valor monetario
Total		18 250

* Costo estimado para las semillas producidas en la finca;

** Contenido de nitrógeno total medido en el follaje (hojas + tallos), sin considerar las raíces y mantillo de hojas en descomposición durante el ciclo. Incluye tanto el nitrógeno absorbido del suelo (reciclaje) como el fijado por simbiosis (aporte al sistema).

La mucuna produjo una cantidad de biomasa comparable a aquellas producidas en otras zonas donde está recomendada como un abono verde, a pesar de que se sembró en un suelo bastante pisoteado por el ganado y sin fertilización mineral. Tampoco se realizó un control de maleza o plagas durante todo su ciclo.

Aunque el valor monetario mostrado en la Tabla 20 no exprese todo el beneficio que puede proporcionar el material (cantidad de N no medido en el sistema radicular y los efectos positivos sobre el suelo), resulta beneficioso para el agricultor sembrarla, pero en asocio con el maíz. En este caso no se ha sembrado el maíz en el área porque el primer objetivo era observar el comportamiento de la mucuna; después el agricultor utilizó la mucuna para alimentar su ganado en el verano y no fue posible sembrar el maíz en el invierno siguiente.

La producción de semilla ha sido muy buena, lo cual demuestra la adaptabilidad del material al medio. Lo anterior también debido a los arbustos presentes en el pasto y la cerca en el perímetro de la parcela, los cuales le sirvieron de tutor. Cabe señalar que la mucuna, cuando crece en un terreno sin la presencia de tutores, "cierra" demasiado la vegetación y suele reducir la producción de semilla, porque: a) produce pocas flores; b) no poliniza las flores y no cuaja adecuadamente las vainas; c) aquellas flores y vainas que están en contacto con el mantillo de hojarasca o el suelo se pudren más fácilmente.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que visitaron la parcela quedaron impresionados por la capacidad de la mucuna para dominar la vegetación del área, pues prácticamente elimina todas las malezas durante su período de cultivo.

El agricultor que sembró la parcela quedó más satisfecho con el hecho de que su ganado se alimentó del follaje de la mucuna durante el verano, a pesar de que este material no está catalogado como una leguminosa forrajera.

Cabe señalar que la mucuna posee principios tóxicos, y puede causar problemas a humanos y animales (principalmente monogástricos) si sus semillas son ingeridas de forma exclusiva y sin un procesamiento de remojo y cocción por un período de tiempo largo lo suficiente como para reducir la concentración de estos principios tóxicos (Kathounian, 1991). Flores (1994) relata casos de agricultores de Honduras y Nicaragua que han ingerido comidas elaboradas a base de semillas de mucuna y que presentaron problemas de náuseas y dolores de cabeza.

Por lo tanto, mientras no haya informaciones más detalladas y seguras en torno al tema, no se recomienda alimentar a humanos y animales con las semillas de mucuna y tampoco de canavalia.

Facilidades para realizar la práctica

La siembra de mucuna, así como de otros abonos verdes, es fácil y depende básicamente de la existencia de semilla y disponibilidad de mano de obra. Si el agricultor tuviera que comprar la semilla todos los años, probablemente vaya a optar por gastar estos recursos en otros rubros, por lo que se recomienda que se produzca la propia semilla dentro de la finca, en áreas en descanso, cercas, cárcavas, zanjas, etc.

El asocio de la mucuna con el maíz en la zona aún necesita evaluación y afinamiento, principalmente en términos de épocas y densidades de siembra de la mucuna.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Las experiencias se han ejecutado en un Alfisol con influencia volcánica. Se recomienda validarlas en otras condiciones.
- **Paisaje:** Factor que no influye.
- **Sistema de producción:** Agricultores que siembran pequeñas áreas de maíz en la región de la terraza de Orotina y Esparza.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Los impactos esperados por la adopción de esta práctica son positivos para todos los criterios considerados. En este caso, se ha evaluado apenas el abono verde sin cultivo de grano; se verificó una cobertura total del terreno, lo cual influye directamente en la infiltración del agua en el perfil. Obviamente, la escorrentía es afectada indirectamente. La fertilidad del suelo en todos los aspectos (físicos, químicos y biológicos) presenta tendencia a mejorar en el mediano y largo plazo. Las posibilidades de contaminación se reducen.

En el Recuadro 13 se observan en resumen los impactos esperados por la ejecución de la opción técnica.

Recuadro 13: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	+			
Evitar o reducir la contaminación	+			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

UTILIZACIÓN DE PLANTAS COMO ABONOS VERDES Y ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA ASOCIADAS AL CULTIVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN PACÍFICO SECO¹⁴

Descripción del problema

En la Región Pacífico Seco, al igual que en otras regiones del país, los agricultores suelen cultivar el maíz en sus fincas, independientemente de si las condiciones de sus tierras son apropiadas o no para el cultivo. Cuando se utilizan sistemas de labranza con movilización del suelo y el cultivo totalmente en limpio, el proceso de erosión suele ser severo.

Además, la rentabilidad económica de este cultivo es reconocidamente baja si se compara con otros cultivos no tradicionales. Lo anterior, añadido a un limitado acceso de los productores a los insumos (fertilizantes, herbicidas y otros) y de una racionalidad dirigida al autoconsumo, conlleva a la necesidad de adoptar tecnologías que aumenten los rendimientos por área y, a la vez, reduzcan los costos de producción.

Opción técnica seleccionada

La utilización de plantas denominadas abonos verdes (plantas que son capaces de proteger, reciclar nutrientes e incorporar nitrógeno al suelo) asociadas o en relevo con el maíz,

14. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Eliécer Molina, Jeroen Rijniers, Oscar Brenes y Oscar Cid.

pueden proteger mejor el suelo, aumentar la productividad y reducir los costos de fertilización mineral. En este caso se ha optado también por plantas capaces de ofrecer una opción de alimentación proteínica dentro de la finca, tanto para la familia como para los animales. Se ha implementado durante el año 1994, en las fincas de dos productores de enlace de las áreas piloto de San Isidro de Hojancha y Tilarán, parcelas para la validación de 3 especies de plantas leguminosas:

- mucuna (*Stizolobium deeringianum*) - abono verde
- rabiza amarilla (*Vigna unguiculata*) - abono verde + alimentación
- rabiza negra (*Vigna unguiculata*) - abono verde + alimentación
- frijol mungo (*Vigna radiata*) - abono verde + alimentación

Los abonos verdes fueron sembrados 20 días después de la siembra del maíz, en las entrelíneas del cultivo, con un golpe a cada 45 cm y dos semillas por golpe.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: finca situada en San Isidro de Hojancha;
- Piso altitudinal: 600 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 300 mm en el período de cultivo del maíz;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: 25 por ciento;
- Tipos de suelos: Alfisol de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor.
- Ubicación: finca situada en Monseñor Morera de Tilarán;
- Piso altitudinal: 600 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 222 mm en el período de cultivo del maíz;
- Temperatura promedio: 23,6 °C;

- Pendientes del terreno: 25 por ciento;
- Tipos de suelos: Andisol, de fertilidad media a alta, con mayores deficiencias de P. El horizonte A es franco arcilloso, muy profundo, con unos 60 cm de espesor y el horizonte B es arcilloso, con más de 100 cm de espesor.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos del primer cultivo de maíz en asocio con abonos verdes se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21: *Resultados de la producción de maíz y plantas de abonos verdes sembradas en asocio, en dos diferentes condiciones agroecológicas de la Región Pacífico Seco.*

CULTIVOS	PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y ABONOS VERDES	
	Caso de San Isidro	Caso de Monseñor Morera
Maíz (kg grano/ha) sin abono verde (testigo)	3 745	1 420
Maíz (kg grano/ha) + Mucuna (kg BS*/ha)	3 615 n.e.**	0 8 843
Maíz (kg grano/ha) + Rabiza amarilla (kg grano/ha) (kg BS/ha)	4 002 n.e. n.e.	1 614 97 1 375
Maíz (kg grano/ha) + Rabiza negra (kg grano/ha) (kg BS/ha)	3 740 n.e. n.e.	1 355 129 2 162
Maíz (kg grano/ha) + Frijol mungo (kg grano/ha) (kg BS/ha)	4 389 n.e. n.e.	1 162 65 981

* Biomasa seca;

** No evaluado.

En el caso de San Isidro de Hojanca, solamente la mucuna presentó un desarrollo considerado satisfactorio. Las demás plantas no lograron desarrollarse bien en la sombra del maíz, cuyo crecimiento fue excelente y con buena población de plantas por área (alrededor de 40 000 plantas/ha). Los abonos verdes, aunque se desarrollaron insatisfactoriamente, se enredaron en el maíz lo suficiente como para reducir el crecimiento de malezas al causar un mayor sombreado. Quizás, por este efecto, ellos presentaron una leve tendencia para aumentar la producción del maíz. Al contrario, el mayor crecimiento de la mucuna, a pesar de que redujo las malezas, demuestra que ya empieza a competir con el cultivo.

En el caso de Monseñor Morera de Tilarán, aunque el suelo sea más fértil que en San Isidro, el maíz produjo mucho menos, en función de una reducida población de plantas (alrededor de 19 000 plantas/ha). Esta población baja de plantas permitió a los abonos verdes un mejor desarrollo. La mucuna se adaptó bien a las condiciones y "dominó" completamente el cultivo de maíz. Las mazorcas de maíz cubiertas por el manto de mucuna se pudrieron con la humedad de los meses de setiembre y octubre.

En términos de costos por hectárea, se emplearon 34 kg de semillas de cada especie de abono verde, 38 horas de trabajo para la siembra y cerca de 2 horas para la recolección de los granos, lo cual totalizó un valor de ₡10 945. Este valor equivale a 335 kg de maíz.

Evaluación por los agricultores

Aunque no se esperaba resultados positivos en cuanto a la producción de maíz en este primer año de cultivo en asocio con los abonos verdes (los resultados positivos generalmente son de mediano plazo), los argumentos (no reducción de la producción de maíz, mejor control de malezas, granos alternativos para el consumo humano y animal, protección y mejoramiento del suelo) fueron insuficientes para que los agricultores siguieran con la práctica en el segundo año.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica necesita ser afinada dentro de este ambiente agroecológico, principalmente en términos de época de siembra del abono verde en el maíz y densidad óptima de siembra de estos. En este caso, juega un papel importante la investigación para desarrollar más experiencias locales.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Véase ítem anterior.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Los impactos esperados por la adopción de la práctica, con base en los resultados obtenidos en estas dos parcelas de validación, son claramente positivos para aumento de cobertura, infiltración y escorrentía. Los datos no permiten conclusiones en cuanto a aspectos de productividad, fertilidad y contaminación, aunque haya evidencias tangibles de la reducción de malezas, lo cual conllevaría a un menor uso de herbicidas y/o mano de obra.

En el Recuadro 14 se observan en resumen los impactos esperados por la ejecución de la opción técnica.

Recuadro 14: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*				?
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				?
Evitar o reducir la contaminación				?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

MANEJO DE MALEZAS

No es un objetivo de este Módulo II-7 discutir acerca del manejo de malezas en diferentes sistemas de producción existentes, porque se trata de un tema muy amplio y, a la vez, específico. Sin embargo, se presentan algunos principios que deben orientar el manejo de malezas desde el enfoque de la agricultura conservacionista, en procura de hacer converger los objetivos de producción y de conservación.

De manera muy general, las malezas pueden ser consideradas como las plantas que se desarrollan voluntariamente en un área, en un momento no deseado y representan un problema para el cultivo de interés económico; en razón de la competencia que se establece por agua, nutrientes y luz solar. Además, las malezas pueden también representar un problema de manejo para el área, lo cual dificulta las tareas rutinarias en el cultivo; además sirven de hospederas de plagas y enfermedades que afectan los cultivos de interés, al favorecer la presencia de animales indeseables, entre otros aspectos.

Sin embargo, la presencia de malezas, además del propio cultivo, es la forma más fácil y barata de mantener el suelo protegido por una cobertura vegetal. Por otro lado, el control de malezas puede representar un riesgo para el establecimiento de procesos de degradación de la tierra, que propician la erosión y la contaminación del agua con sedimentos, así como la contaminación del suelo y del agua con residuos de productos herbicidas.

Desde el enfoque de la agricultura conservacionista, el manejo adecuado de malezas debe buscar un equilibrio entre la reducción de la infestación para que no haya perjuicios para la producción y el mantenimiento de material vegetal que proteja la superficie del terreno, tanto en las dimensiones de espacio (% del área cubierta) como de tiempo (período en que la superficie pasa cubierta en épocas críticas de lluvias erosivas).

En este sentido, se pueden desarrollar diversas prácticas de manejo de malezas, principalmente tomando en cuenta los siguientes aspectos y/o principios:

- **Control de malezas en épocas adecuadas:** el terreno no necesita ser cultivado en limpio todo el tiempo. Esto depende del tipo de cultivo, su capacidad para competir con las malezas y las épocas críticas en que estas causan la reducción de los rendimientos. Dichos criterios están o pueden ser determinados. Mantener el suelo más limpio que el necesario representa más costos para el productor sin beneficios en la producción; además, favorece los procesos de degradación ya mencionados.

- **Reducción del movimiento de suelo en el control de malezas:** los métodos de control de malezas que movilizan el suelo, tal como la palea, deben evitarse. Estos métodos tienden a dejar el terreno descubierto, y el suelo suelto es más fácilmente transportado pendiente abajo. Además, suelen afectar el sistema radicular de los cultivos.
- **Selección correcta de herbicidas:** los herbicidas son importantes aliados en el manejo y control de malezas. Sin embargo, también pueden traer problemas, principalmente en terrenos de ladera. Los productos residuales de amplio espectro y de largo período de acción en el suelo, propician que el terreno quede largos períodos en limpio, lo cual puede ser beneficioso a corto plazo por la reducción de trabajo, pero puede ser más caro a largo plazo para recuperar el suelo erosionado. Además, la utilización de estos productos residuales suelen dificultar la planificación de otras prácticas importantes dentro de un programa de agricultura conservacionista, tales como el asocio, relevo y rotación de cultivos. En lo posible, se debe dar preferencia a los herbicidas más selectivos y de baja residualidad en el suelo, menos tóxicos para el hombre y los animales, de contacto o sistémicos, que permitan la permanencia de una cobertura muerta en el terreno.
- **Utilización de chapeas altas y selectivas:** en las fincas pequeñas, la chapea todavía es una práctica factible de ser utilizada. No es necesaria una chapea al ras del suelo, sino de unos 5 a 10 cm de la superficie, por ejemplo. Esta permite que el terreno permanezca bien cubierto. Asimismo, la chapea puede ser más drástica con aquellas malezas más agresivas y "peligrosas" para el cultivo (aquellas que son muy invasoras y de difícil control, que compiten más por agua, nutrientes y luz solar); igualmente, con las plantas que presentan características poco deseables (aquellas con espinas, urticantes, etc.). Al contrario, las chapeas pueden ser menos drásticas con aquellas que no presentan tales características.
- **Utilización de plantas deseables en asocio, rotación y relevo:** el cultivo de determinadas plantas en el área, en diferentes formas de arreglos con el cultivo principal, puede ser una manera barata y/o rentable de controlar las malezas eficientemente. En el ítem anterior, quedó demostrado, en algunas experiencias con abonos verdes, que estas plantas pueden controlar las malezas de forma muy eficaz. En cada situación edafoclimática, socioeconómica y de sistema de producción, pueden existir diferentes opciones.

- **Combinación de métodos:** la combinación de métodos puede ser una alternativa importante para lograr un buen control de malezas (reducir la población de malezas hasta el punto de que no haya competencia con el cultivo) y, a la vez, reducir costos. Por ejemplo, controlar las malezas con herbicidas en el período más crítico de uso de mano de obra o del cultivo y utilizar chapeas altas en el período crítico de lluvias erosivas; utilizar el control en franjas con herbicidas y chapeas, invirtiéndolas en cada período de control; control con herbicidas en parches de malezas más agresivas y chapeas en las demás áreas, son algunas opciones de combinación de métodos.

El Proyecto MAG/FAO ha trabajado en el sentido de capacitar los agricultores en cuanto a la importancia de la cobertura vegetal y que no se dé la movilización del suelo, como forma de protegerlo del impacto de las gotas de lluvias y aumentar la infiltración de agua. Dentro de este contexto, siempre se ha discutido la importancia de un manejo de malezas orientado desde la perspectiva de los aspectos y principios enunciados arriba. Sin embargo, no se ha evaluado ningún sistema o método de control de malezas en particular.

Se espera que los principios presentados en este ítem puedan ser de utilidad para que los investigadores, a través de estudios interdisciplinarios, orienten su trabajo en procura de encontrar para cada cultivo la "infestación tolerable de malezas", la franja de equilibrio entre los puntos de vista productivo y conservacionista, económico y ambiental. Obviamente, lo anterior incluye la definición de los procedimientos técnicos que permitan alcanzar y mantener el equilibrio. Asimismo, que lo presentado sea de utilidad para apoyar a los extensionistas en la observación e identificación de prácticas a escala local que involucren tales características deseables, con el objetivo de difundirlas más rápidamente.

COMBINACIONES Y ARREGLOS DE CULTIVOS

Las opciones de combinación y arreglos entre cultivos en las dimensiones de espacio y/o tiempo es una de las formas más eficientes de incidir en la cobertura vegetal del terreno durante la campaña agrícola. De la misma forma, es un aspecto importante para mejorar la productividad de la tierra.

La combinación y arreglos de cultivos tiene influencia también en el balance de nutrientes en el suelo y en la infestación de malezas, lo cual modifica las necesidades de reposición y de control, respectivamente. Por lo tanto, combinar y arreglar, adecuadamente, los cultivos en un área significa manejar el concepto propio de la agricultura conservacionista.

El objetivo principal de combinar y arreglar diferentes cultivos y/o actividades en un área es sacar más provecho económico y social del proceso de producción y, a la vez, promover un sistema ambientalmente más "amigable".

Las diferentes modalidades de combinaciones y arreglos, en las dimensiones de espacio y tiempo, se presentan a continuación:

- **Cultivos en asocio:** es la siembra de dos o más cultivos en un terreno, dentro del mismo período de tiempo, con ciclos de producción más o menos similares, que siguen un diseño específico, espacialmente. Ejemplo: siembra de 2 líneas de maíz + 3 líneas de frijol, ambos de primera.
- **Cultivos en relevo:** es una modalidad de asocio desfasado en el tiempo; se trata de la siembra de un cultivo en secuencia a otro, pero antes de que el primero termine su ciclo o sin que haya un período de "descanso" del terreno. Ejemplo: frijol de pos-trera sembrado en el terreno junto al maíz de primera ya doblado.
- **Cultivos intercalados:** también se trata de una modalidad de cultivos en asocio, en que se siembra los cultivos en un mismo terreno, ellos poseen ciclos de permanencia muy diferentes. Ejemplo: Mango sembrado como cultivo permanente en el terreno intercalado con la siembra de sandía o frijoles, ambos estacionales.
- **Cultivos en fajas alternadas a contorno:** se trata de la siembra de dos o más cultivos en un terreno, pero cada uno de ellos como un monocultivo (sin ocupar un mismo espacio en el terreno), ubicados en fajas a contorno, con el objetivo de protección del viento, control de erosión, barrera a plagas, etc. Ejemplos: fajas de cultivo de frijol alternadas con fajas de cultivo de maíz; fajas de cultivo de arroz alternadas con fajas de maíz, etc.

- **Cultivos en rotación:** es la siembra de diferentes cultivos en un mismo terreno de manera secuencial (por campañas agrícolas o años), el cual sigue un calendario más o menos determinado, donde cada uno vuelve a ser cultivado después de un plazo establecido (1, 2, 3... campañas o años); lo anterior con el objetivo de quebrar el ciclo de plagas y enfermedades, reciclar nutrientes, equilibrar los ingresos, etc. Ejemplo: siembra de tiquizque por 1 a 2 años y siembra de pasto por 7 a 8 años y luego tiquizque nuevamente. La siembra en rotación puede estar combinada con las demás modalidades. Ejemplo: maíz y frijol sembrados en asocio (o en relevo) y en fajas a contorno alternadas con fajas de yuca; al final del ciclo de la yuca se invierten las fajas, donde había maíz y frijol se siembra la yuca y viceversa.
- **Diversificación e integración de cultivos y actividades:** se trata de tener en la finca un sistema de producción con diversos rubros, distribuidos según un plan de uso adecuado de la tierra e integrados de tal manera que estén interconectados en la utilización y reaprovechamiento de insumos, productos, residuos, servicios, etc.; todo con el objetivo de diversificar o aumentar los ingresos, incrementar los rendimientos, reducir los costos, pérdidas y desperdicios, evitar el establecimiento de procesos de degradación. Ejemplo: una finca en que los cerdos se alimentan con concentrados y granos producidos en la finca; la cerdaza producida es empleada con otros forrajes en la alimentación del ganado vacuno; el estiércol producido sirve para fertilizar el café y el pasto de corte, lo cual alimenta al mismo ganado; los árboles de las cercas sirven como fuente de forraje, leña y madera de uso en la finca; todo, según un plan de uso de la tierra en donde se pueden combinar todas las opciones de arreglos de cultivos discutidas anteriormente.
- **Siembra de abonos verdes, plantas de cobertura y plantas con alta producción de biomasa y/o alta relación C/N:** son opciones que se abren dentro de los sistemas de producción para la siembra de plantas cuyo objetivo es la cobertura vegetal del terreno, el reciclaje y mejor aprovechamiento de nutrientes, manutención de la materia orgánica, etc. Ejemplo: siembra de mucuna (*Stizolobium sp.*) y otros abonos verdes en alguna de las diferentes formas de combinación de siembras mencionadas anteriormente; siembra de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en cultivos arbustivos o arbóreos (pimienta, cítricos, mango, entre otros).
- **Siembra de árboles y cultivos (agroforestería):** se trata de la siembra de cultivos y árboles (para madera, leña, estacones y otros fines) dentro de alguna de las moda-

lidades presentadas anteriormente, principalmente con el fin de combinar un ingreso de corto plazo con uno de más largo plazo y lograr otros beneficios (cobertura del terreno, reducción de costos de cercas, sombra, y demás).

En cualquiera de las opciones planteadas, las diferentes modalidades de combinación y arreglos deben presentar ventajas económicas, sociales y ambientales en relación con el cultivo y/o actividad llevada a cabo de manera individual. Los cultivos y/o actividades de una combinación deben ser "compatibles" entre sí; es decir, deben beneficiarse mutuamente en términos de rendimientos, costos, ingresos, procedimientos tecnológicos (reducción de plagas, enfermedades y malezas; reducción de los efectos del viento; aporte y reciclaje de nutrientes; uso del agua, etc.) y aspectos ambientales (aumento de la cobertura del terreno y de la infiltración del agua en el suelo, aumento y/o mantenimiento de los niveles de materia orgánica del suelo, reducción de las pérdidas de nutrientes y reducción de la contaminación en sus diferentes formas).

Cuando el beneficio no es mutuo, por lo menos el balance de la combinación debe ser positivo, según los mismos términos.

A continuación se describen algunas prácticas que han sido evaluadas, además de las innumerables posibilidades que existen en este sentido dentro de los diferentes sistemas de producción presentes a lo largo y ancho del país.

ASOCIO MAÍZ - FRIJOL EN LABRADOR DE SAN MATEO¹⁵

Descripción del problema

En muchas áreas de ladera del país, la producción de maíz y frijol es una importante actividad para la subsistencia de las familias de pequeños agricultores. Ambos granos están culturalmente establecidos como parte sustancial de la dieta alimentaria de la población costarricense.

Normalmente, el agricultor siembra el maíz en mayo o junio y en relevo a este, siembra el frijol, después de pasado el veranillo de julio-agosto. A los agricultores no les gusta sembrar el frijol de primera en muchas regiones del país, por la coincidencia de la cosecha con

15. Principales responsables: Alfredo Bruno, Carlos Barboza, Gilberto Palacios y Juan C. Moya.

períodos muy lluviosos. A raíz de lo anterior, a muchas familias les falta el frijol para alimentarse durante el período de junio a octubre, ya que todavía no lo han cosechado.

Ambos cultivos, cuando son sembrados en monocultivo y con bajas poblaciones de plantas, dejan el terreno con poca cobertura vegetal durante la fase de crecimiento, con lo cual el suelo es más susceptible a la erosión.

Opción técnica seleccionada

El asocio de cultivos es una forma de combinación y arreglo espacial de los mismos en el terreno, de tal manera que ambos puedan beneficiarse según diferentes aspectos: reciclaje de nutrientes, protección del viento, barrera para algunas plagas, etc.

Desde el punto de vista agronómico, el asocio de cultivos puede mejorar el aprovechamiento de los nutrientes y agua en el suelo, mantener mayor cobertura del terreno, reducir la infestación de malezas, entre otras.

Socioeconómicamente, se ha demostrado que la siembra de dos o más cultivos en asocio casi siempre presenta ventajas en términos de aprovechamiento de la tierra, que puede ser reflejado por varios índices establecidos para evaluar la relación entre cultivos sembrados en asocio y los sembrados individualmente (Kranz y Geraje, 1987).

El asocio es una técnica antigua, utilizada por muchos agricultores como una forma de diversificar y estabilizar la producción. No obstante, para aprovechar todas las bondades del asocio, es necesario que el arreglo espacial de los cultivos (distancia entre surcos u hoyos de siembra; distancia entre plantas en el surco; número de hileras de cada cultivo) sea evaluado y utilizado adecuadamente.

En este sentido, se llevó a cabo en Labrador de San Mateo, durante el período agrícola de 1994, un ensayo de validación de un asocio entre maíz y frijol de primera, como forma de presentar, discutir y demostrar esta técnica a los agricultores.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: finca de Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm entre mayo y octubre;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendientes del terreno: 18 por ciento;
- Tipos de suelos: Alfisol, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

Cabe señalar que ambos cultivos en el asocio han sido sembrados a una distancia de 60 cm entre hileras y golpes a cada 30 cm, con 2 a 3 semillas por golpe. El maíz en monocultivo fue sembrado a 80 cm entre hileras y 30 cm entre golpes; el frijol en monocultivo fue sembrado a 60 cm entre hileras y 30 entre golpes, ambos con 2 a 3 semillas por golpe. En la Tabla 22 se presentan los resultados obtenidos.

Los tres tipos de arreglos espaciales comparados presentan ventajas en relación con ambos cultivos sembrados en monocultivo. Los 2 primeros con un valor equivalente de IEA, lo cual significa que el agricultor necesitaría sembrar alrededor de 1,29 ha de maíz y frijol en monocultivo para obtener la productividad de 1,00 ha del asocio. El arreglo espacial de 3 hileras de maíz + 2 de frijol ha sido el menos eficiente entre los tres, principalmente en función de que las 2 hileras laterales de maíz compiten con la del centro y, a la vez, hacen sombra sobre el frijol.

Evaluación por los agricultores

El agricultor que condujo la experiencia evaluó como mejor tratamiento el de 2 hileras de maíz + 3 hileras de frijol. Además de las ventajas de carácter productivo que ha visto, el arreglo le facilitó trabajar en el área: caminando entre las hileras de maíz y atomizando o quitando malezas del área de frijol.

Otra ventaja apuntada por el agricultor es la reducción de infestación de malezas en relación con el cultivo puro, ya que el área es cubierta más rápidamente por los cultivos.

Tabla 22: Rendimientos de maíz y frijol sembrados en monocultivo y en asocio, en Labrador de San Mateo.

CULTIVO Y ARREGLO	PRODUCCIÓN (KG/HA)		IEA*
	MAÍZ	FRIJOL	
1 hilera de maíz con 1 hilera de frijol	5 782	394	1,29
2 hileras de maíz con 3 hileras de frijol	5 322	526	1,28
3 hileras de maíz con 2 hileras de frijol	5 059	328	1,12
Maíz sembrado puro	5 520	–	–
Frijol sembrado puro	–	1 642	–

*IEA = Índice de Equivalencia de Área. Su valor indica el área que el agricultor necesitaría para sembrar el maíz y frijol en forma individual para obtener el mismo rendimiento del asocio.

Cabe señalar que el asocio no ha perjudicado la producción de frijol de postera, sembrado en relevo en todas las parcelas.

Facilidades para realizar la práctica

El asocio es una práctica que no presenta costos adicionales al productor. De hecho, muchos agricultores ya lo practican rutinariamente, pero sin un arreglo espacial definido y uniforme, que potencie el efecto de la práctica. El arreglo adecuado es importante para reducir o eliminar competencias por luz, agua y nutrientes entre los cultivos y aprovechar mejor el área.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Ha sido validado en un alfisol. Aunque funcione en otros órdenes de suelo, se recomienda validaciones locales.
- **Paisaje:** No hay limitación en cuanto a este factor.
- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran maíz y frijol.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

El incremento de la productividad del área es evidente. Igualmente con el aumento de la cobertura del terreno, ya que el asocio permite sembrar los cultivos a una distancia de 60 cm entre hileras, lo cual incide directamente en la velocidad de cobertura. La infiltración

del agua y la escorrentía son indirectamente afectados, debido al aumento de la cobertura vegetal del terreno.

El asocio también presenta impacto en la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la materia orgánica, puesto que aumenta la biomasa producida sobre el terreno y, a la vez, reduce la relación C/N de los rastrojos, lo cual facilita su descomposición y disponibilidad de los nutrientes para el cultivo que entra en relevo o en rotación.

En la contaminación, el asocio no tendría efecto marcado, excepto por una esperada reducción de la erosión y producción de sedimentos, e igualmente, por una posible merma de la aplicación de herbicidas.

En el Recuadro 15 se presentan los impactos esperados sobre cada principio considerado dentro del enfoque de la agricultura conservacionista.

Recuadro 15: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	ind			
Evitar o reducir la contaminación				?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

CULTIVO DE PLÁTANO Y LAUREL INTERCALADOS EN JAUURI DE LA FORTUNA¹⁶

Descripción del problema

Los pequeños agricultores, en general, tienen dificultades para aceptar y adoptar la siembra de árboles en sus fincas, por el largo período que estas requieren para producir beneficios económicos, aunque las ganancias al final puedan ser elevadas.

16. Principales responsables: Allan Alfaro, Diógenes Cubero y Omar Miranda.

Opción técnica seleccionada

La forma quizás más fácil de que el pequeño productor posea también una economía forestal es a través de la siembra intercalada de árboles y cultivos que puedan generar ingresos en el corto plazo, mientras los árboles crezcan y presenten valor económico. Es una de las modalidades de agroforestería.

En la zona Huetar Norte, el laurel (*Cordia alliodora*) es una especie arbórea autóctona que produce muy buena madera. Por otro lado, el plátano es una actividad económica rentable en las pequeñas fincas. Un agricultor ha sembrado el plátano y, luego el laurel, como cultivos intercalados.

A los 15 meses de la siembra del laurel, se realizó una evaluación de su desarrollo.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: finca de El Jaurí de La Fortuna;
- Piso altitudinal: 250 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio anual de 3 556 mm;
- Temperatura promedio: 25,4 °C;
- Pendientes del terreno: prácticamente plano;
- Tipos de suelos: Andisol, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte Bw.

Resultados obtenidos

El laurel fue sembrado en dos áreas de plátano, la primera con un año de edad, y la segunda en siembra concomitante; en ambas se utilizó estacas de 30 a 40 cm de largo y 2 a 4 cm de diámetro. El espaciamiento del laurel fue de 3 m x 4 m y la del plátano 3 m x 3 m; en el plátano se manejó 1 planta hija inmediatamente productiva por hoyo.

Los árboles de laurel presentaron un crecimiento vigoroso, con una altura promedio de 5,98 m y diámetro del fuste de 7,05 cm, medido a 1,5 m de la superficie del suelo. Según el criterio del agricultor, la producción de plátano no resultó, hasta el momento, afectada por la presencia del laurel.

Evaluación por los agricultores

El agricultor evalúa que el ahorro que representan los árboles a largo plazo es muy grande. Él calcula cosechar, a los 12 años, unos 200 árboles por hectárea, con buen rendimiento de madera, sumado a la producción de plátano que cosecha todos los años.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica es de fácil ejecución. El laurel es una planta nativa adaptada al medio y que no requiere más prácticas que las podas de formación. Cabe señalar que en el caso de la experiencia relatada, el agricultor ha realizado una aplicación de insecticida en el laurel para controlar pulgones, cuando este tenía poco tiempo de sembrado.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** andisol, con perfil profundo y fertilidad media/alta, con deficiencia de fósforo.
- **Paisaje:** La experiencia se ejecuta en la zona de pie de monte de la Cordillera Volcánica de Tilarán en la Región Huetar Norte, donde el período lluvioso es largo, el relieve es suave-ondulado y el drenaje interno y externo es bueno. En otras condiciones de suelo y paisaje, debe ser validado localmente.
- **Sistema de producción:** Pequeños agricultores que siembran plátano.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

La opción técnica presenta un fuerte impacto en la productividad del área. Igualmente, la cobertura vegetal del terreno se incrementa. Se espera un impacto positivo en la infiltración del agua, con la consecuente reducción de la escorrentía en el área sembrada con el asocio plátano - laurel, por la presencia de más biomasa y cobertura vegetal, en relación a áreas sembradas con ambos cultivos individualmente. Sin embargo, este impacto dependerá también de cómo el agricultor maneja las malezas y rastrojos de las plantas de plátano en el terreno. Si las maneja de modo que cubran más terreno, entonces el impacto podría ser mayor que si lo cultiva en limpio.

Las informaciones disponibles no permiten comentarios acerca del impacto en los otros dos principios.

En el Recuadro 16 se resumen los impactos esperados por la utilización de esta práctica. Informaciones más detalladas pueden ser encontradas en Cubero *et al.* (1995).

Recuadro 16: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				?
Evitar o reducir la contaminación				?

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

OTRAS OPCIONES DE COMBINACIÓN Y ARREGLO ESPACIAL DE CULTIVOS

En los sistemas de producción de las áreas piloto, un número muy grande de modalidades de combinación y arreglos espaciales entre cultivos, tanto autóctonos como introducidos anteriormente, han sido promovidos por el Proyecto, junto con el grupo de productores, como una forma de mejorar el aprovechamiento del área, aumentar su productividad y promover la cobertura vegetal del terreno. Se trata de prácticas locales ya adoptadas por algunos agricultores, donde el papel del técnico extensionista se reduce a promoverlas entre más agricultores.

Como estas opciones no han sido evaluadas por el Proyecto de manera controlada, las informaciones disponibles no permiten una presentación detallada. Sin embargo, por la importancia que representan para las comunidades trabajadas y para el logro del objetivo de producir y conservar, en este ítem se plantean algunos aspectos que son importantes y no pueden quedar sin mencionar.

Se pueden citar como exitosos las combinaciones y arreglos que se describen a continuación:

Cultivo de maíz sembrado de primera con frijol sembrado en relevo sobre la dobla: se trata de un sistema muy utilizado en San Isidro de Hojanca, pero de uso común también en otras zonas del país. El frijol sembrado al espeque, sin labranza, ofrece una

excelente cobertura del terreno en los meses de setiembre y octubre, generalmente los de mayor lluviosidad en toda la Vertiente del Pacífico. El frijol, además de cubrir eficientemente el terreno, puede aprovechar la fertilización residual del maíz.

Poda cíclica del café por calles, intercalado con tomate, vainica o frijol: el sistema de poda del café por calles, en diferentes ciclos de tiempo, es recomendada por el ICAFÉ (ICAFÉ/MAG, 1989), y se caracteriza como una opción importante en el manejo de cafetales desde el enfoque de la agricultura conservacionista. A pesar de que la poda cíclica por calles parece no contribuir en aumentar los rendimientos de café, se coadyuva a estabilizar la producción y los ingresos, ya que hay siempre un porcentaje del cafetal en producción mientras otra parte está podada. También, ella aumenta la cobertura del terreno en relación con el sistema de poda total; distribuye en el tiempo la necesidad de mano de obra para podar, recoger y transportar el material cortado; y distribuye la disponibilidad de leña en el tiempo (cuando el agricultor utiliza los troncos podados como combustible).

En combinación con la poda por ciclos, la intercalación de cultivos, tales como vainica, tomate y frijol, contribuyen a aumentar la rentabilidad del área y la cobertura vegetal del terreno. En este caso, es importante señalar que los agricultores deben evitar la palea del suelo para sembrar estos cultivos intercalados al cafetal podado. La movilización del suelo en el cafetal no solamente acelera el proceso erosivo, sino que también destruye el sistema radicular de las plantas de café. Por esta razón no se recomienda esta práctica para la siembra intercalada de tomate.

La poda por ciclos ha sido promovida principalmente en el área piloto de Corazón de Jesús de Arancibia (Cedral de Miramar), donde las experiencias llevadas a cabo anteriormente por la Agencia de Extensión e ICAFE así lo indicaban.

Desde el enfoque de la agricultura conservacionista, también el sistema de podas por parches es ventajoso en relación con la poda en área total, por los mismos motivos ya señalados con anterioridad. La desventaja de esta modalidad de poda es la imposibilidad de sembrar cultivos intercalados, lo cual reduce demasiado el interés de los agricultores por ella.

En una evaluación económica muy puntual, llevada a cabo en San Isidro de Hojanca, la siembra de frijol intercalado con el café podado presentó una relación beneficio/costo de 4,5/1, lo que indica la importancia de esta práctica para el agricultor, añadido al hecho de que cosecha el frijol en un período del año en que el grano ya está escaso en el hogar.

Cultivo de mango o marañón intercalado con frijol o sandía: se trata de una combinación utilizada por agricultores de la Región Pacífico Central. Mientras el mango o el marañón están jóvenes y dejan una gran área vacía entre árboles, el cultivo de estos productos cubre mejor el terreno, y contribuye a evitar la erosión. Además, posibilitan la obtención de ingresos de corto plazo.

Cabe señalar que el sistema de labranza utilizado para los cultivos intercalados al cultivo arbóreo debe también incorporar los principios de la agricultura conservacionista, tal como fue presentado y discutido en el ítem que trata la labranza.

Cultivo de plátano intercalado con tiquizque, ñampí o piña: en el área piloto de Jaurí de La Fortuna, los agricultores suelen intercalar en las calles del platanal 1 ó 2 hileras de otros cultivos, tales como el tiquizque, ñampi o piña. Según los agricultores, aunque estos cultivos en la sombra del plátano no produzcan tanto como en monocultivo, aumentan la productividad total y los ingresos por área. De feria, aumentan la cobertura vegetal del terreno. (véase Foto 2).

Además de estas posibilidades aquí relatadas, muchas otras combinaciones de cultivos pueden ser validadas y promovidas en los diversos sistemas de producción, de acuerdo con las condiciones agroecológicas, socioeconómicas y del sistema de producción vigente. Se recomienda leer también las opciones de abonos verdes relatadas en el ítem que versa sobre manejo de la fertilidad.



Foto 2. Plátano intercalado con piña, y barreras vivas de vetiver, canales de drenaje, Jaurí de la Fortuna.

USO Y MANEJO DE AGROQUÍMICOS

La presentación y discusión detallada de opciones técnicas de uso y manejo adecuado de agroquímicos no es una meta de este Módulo II-7. Por la amplitud del tema y su grado de especialización, sería necesario un nuevo documento destinado solamente para ello. Lo anterior no reduce la importancia del tema dentro de los objetivos y metas de la agricultura conservacionista.

De hecho que el desarrollo de este enfoque incluye acciones orientadas no solamente al uso y manejo adecuado de estos productos, sino también acciones dirigidas a la sustitución parcial o total de estos por productos menos contaminantes del suelo, agua, aire, alimentos, animales y seres humanos; obviamente, donde las condiciones biofísicas y socioeconómicas en que se desarrollan los sistemas de producción y la oferta tecnológica alternativa al producto químico lo permitan.

El objetivo principal de este ítem es presentar y discutir algunos principios generales básicos que deben orientar el control de plagas y enfermedades de los cultivos desde el enfoque de la agricultura conservacionista, en procura de hacer converger los objetivos de producción y de conservación. Sin embargo, por las limitaciones ya mencionadas, no se hace referencias a productos, plagas, enfermedades o cultivos específicos.

Con base en lo anterior, se recomienda que los lectores que deseen informaciones más detalladas y precisas acerca del tema busquen literatura más especializada.

Asimismo, caben dos aclaraciones importantes:

- Se está denominando como agroquímicos principalmente los productos insecticidas, fungicidas y bactericidas, puesto que en los ítemes referentes a fertilización y malezas, los aspectos sobre el uso y manejo de los fertilizantes y herbicidas han sido discutidos, aunque la mayoría de los criterios aquí emitidos sirvan también para estos dos tipos de productos.
- Por el término "agroquímico" se está entendiendo apenas los productos de origen mineral, sintéticos, aunque muchos productos utilizados en la agricultura, denominados como productos "orgánicos, naturales o biológicos", también presentan una acción netamente química. A estos y a otros productos que presentan otras formas de acción son aquí denominados sencillamente de "productos naturales".

Los principios que deben orientar la generación y transferencia de tecnologías para el control de plagas y enfermedades se describen a continuación; aunque ordenados numéricamente, no presentan necesariamente el mismo orden de prioridad.

1. **Reconocer el umbral de daño económico:** Todo cultivo o animal posee un grado de tolerancia a cierta plaga o enfermedad, sin que esta cause daño a su producción; por lo menos desde el punto de vista económico; es decir, los costos para el control de la plaga son más elevados que las pequeñas reducciones de la producción de la planta en este nivel de ataque. Conocer el umbral para cada relación plaga-cultivo, a partir del cual el daño reduce "económicamente" la producción, sería ventajoso para el productor empezar a adoptar medidas de combate al "invasor", lo cual parece ser fundamental para mermar la aplicación de productos "extraños" al medio, con la consiguiente disminución de las posibilidades de residualidad y contaminación; ello lleva a reducir los costos de producción, sin bajar los rendimientos de los cultivos.

En este sentido, las medidas preventivas de control de plagas y enfermedades, basadas en aplicaciones macizas de agroquímicos, muy comúnmente adoptada por los agricultores, debería de evitarse. Cabe exceptuar aquellos casos en donde apenas las aplicaciones preventivas de determinados productos logran eludir el daño a la producción.

2. **Favorecer la biodiversidad:** La biodiversidad del medio en que se desarrollan los cultivos, inclusive en el perfil del suelo, parece ser fundamental para mantener el equilibrio entre las poblaciones de individuos benéficos y dañinos, con lo cual se retarda el crecimiento de determinada plaga y el alcance del umbral de daño económico a la producción. De esta manera, la diversificación de la producción, el uso de diferentes combinaciones y arreglos de cultivos en el terreno, los sistemas de labranza del suelo, la manutención de áreas boscosas, entre otras, son fundamentales para mantener la biodiversidad y el equilibrio entre las poblaciones, ya sean de animales o de plantas. Cabe señalar que estos efectos son esperados si grandes áreas son manejadas de manera diversificada. Probablemente no se notarán efectos en una pequeña finca diversificada dentro de un gran territorio poco diversificado.

La utilización de productos químicos u orgánicos de amplio espectro de acción, de manera general, actúan en contra de la biodiversidad, puesto que destruyen "malos y buenos", lo cual posibilita el crecimiento descontrolado de alguna población no alcanzada en el control. Al contrario, los productos más selectivos pueden reducir la población específica de los individuos no deseados en aquel momento.

3. **Utilizar formas de control cultural y medidas de escape:** Como control cultural se entiende aquellas prácticas que, empleadas dentro del sistema de producción, con-

tribuyen a reducir la población de la plaga, sin la aplicación de productos extraños al medio en particular.

Como medidas de escape se entienden aquellas prácticas en que el principio de acción se basa en el escape, en la evasión del cultivo en relación con la plaga, en el hecho de dificultar que la plaga o enfermedad alcance el cultivo en poblaciones que podrían ser dañinas. El principal objetivo, en este caso, es evitar o retardar al máximo el alcance del umbral de daño económico. Cumplen estos *roles* una serie de prácticas que pueden ser implementadas dentro de los planes integrales de manejo de plagas y enfermedades:

- Siembra de barreras vegetales.
- Uso de trampas basadas en diversos principios (siembra de plantas más apetecibles a la plaga con control químico localizado, trampas basadas en el uso de la atracción sexual, trampas luminosas, trampas con atractivos y pegamento, etc.).
- Uso de materiales repelentes basados en diversos principios (siembra de plantas repelentes, repelentes sexuales, etc.).
- Época de siembra desfasada con la mayor población de la plaga.
- Rotaciones de cultivos que permitan quebrar los ciclos de crecimiento poblacional de la plaga.
- Prácticas de labranza que reduzcan directamente la población de plagas del suelo o que genere condiciones ambientales (humedad, temperatura, aireación, etc.) en el perfil, para favorecer la biodiversidad y desfavorecer poblaciones dañinas.
- Eliminación de plantas hospederas.

Aun se pueden relacionar una serie de medidas culturales y de escape, pero no se trata de un ítem, cuyo objetivo es detallar el tema, pues se consideran como suficientes las medidas listadas.

4. **Utilizar formas de control biológico y “productos naturales”:** Como control biológico se definen aquellas formas de control en que se manipula la población de la plaga directamente o la población de determinado organismo (insecto, hongo, etc.) para que esta población actúe con el fin de reducir la población de la plaga o enfermedad.

Los “productos naturales” son aquellos de diversos orígenes, exceptuando los químicos sintéticos. Son los extractos de plantas con principios repelentes o “cidas”

(insecticidas, fungicidas, etc.), los productos basados en la acción de microorganismos, productos derivados de la materia orgánica, independientemente de si su acción es química o biológica, etc.

Cumplen con este papel una serie de prácticas:

- Cría y liberación de poblaciones de organismos parásitos o predadores de las poblaciones dañinas.
- Esterilización de machos.
- Aplicación de extractos orgánicos con principios tóxicos o repelentes.
- Aplicación de productos sintéticos de acción biológica.
- Aplicación de productos orgánicos como fertilizantes y acondicionadores de suelo.

Desafortunadamente, en el tema del control biológico y de los productos naturales, en América Latina ha faltado mucha investigación, si se compara con el de los productos químicos. En la mayoría de los casos, los parámetros técnicos (dosis, circunstancias ambientales en que son eficaces, modos de preparación y aplicación, épocas de aplicación, formulaciones y conservación de los productos, etc.) necesarios para la utilización en gran escala de las técnicas biológicas son escasos. Cabe exceptuar aquellos casos de grupos e instituciones que han dedicado esfuerzo al tema de estas formas biológicas y han logrado éxitos envidiables.

A pesar de la existencia de un sinnúmero de experiencias importantes dentro de los sistemas tradicionales de agricultura de América Latina, y que esta representa un banco de datos inagotable para el desarrollo técnico del tema, la falta de sistematización de este, ha significado una limitante para su expansión.

- 5. Integrar métodos y utilizar y manejar adecuadamente los productos químicos:** El enfoque de la agricultura conservacionista no implica eliminar los productos químicos de los sistemas de producción. Para muchos sistemas, las tecnologías disponibles no permiten pensar en la eliminación de agroquímicos, excepto en circunstancias ambientales y locales especiales: suelo fértil, clima desfavorable a las poblaciones de plagas, disponibilidad de materiales orgánicos baratos, disponibilidad de mano de obra para manejar las técnicas naturales, áreas para cultivar las plantas para extractos, etc.

El enfoque de la agricultura conservacionista promueve la adopción e integración de los principios y técnicas enunciados anteriormente, mediante la utilización de los

productos químicos de forma complementaria, según las necesidades específicas y de acuerdo con criterios técnicos más estrictos.

En este sentido, algunos aspectos son importantes de considerar:

- **Seleccionar correctamente los productos, formulaciones y mezclas:** Los agricultores pueden mejorar los métodos de utilización de los productos químicos a partir de la adopción de criterios más cuidadosos para seleccionarlos, formularlos y mezclarlos. La prioridad para la adopción de productos más selectivos, menos tóxicos para el hombre y el ambiente; la utilización de formulaciones más eficaces desde el punto de vista de aplicación, lo cual evita pérdidas y contaminación; y el empleo de mezclas compatibles y coadyuvantes, son algunas medidas sencillas que podrían contribuir en el uso más eficaz y menos contaminante de estos productos. Asimismo, para la eficiencia de muchos productos, es importantísima la calidad del agua. Cabe recordar que mayor eficiencia puede implicar dosis más pequeñas y viceversa.
- **Dosificar adecuadamente los productos:** Las dosis deben ser manejadas de manera correcta para evitar no solamente pérdidas económicas sino ambientales. Es común que los agricultores, en frente de una plaga que ellos consideren peligrosa, apliquen dosis más elevadas que lo necesario para asegurarse un mayor control.
- **Utilizar formas, frecuencias y momentos de aplicación adecuados:** Las formas de aplicación deben establecer la prioridad de aquellos métodos que permiten mayor eficiencia de los productos (lo que podría implicar menores dosis a aplicar) según frecuencias de aplicación basada en las necesidades reales determinadas por parámetros técnicos definidos. Asimismo, las condiciones ambientales en el momento de la aplicación deben estar por lo menos cerca de lo recomendable para cada producto; por ejemplo, las condiciones de viento, condiciones de insolación y evaporación, humedad del suelo, presencia de rocío matinal, posibilidad de lluvia *vs.* tiempo de absorción, etc.
- **Utilizar equipos adecuados y calibrados:** Si se plantea hacer una aplicación controlada de los productos químicos, es una condición necesaria que los equipos de aplicación sean adecuados y que permitan calibraciones dentro de los parámetros técnicos requeridos. Es común la aplicación de productos químicos con tipos de boquillas inadecuadas y adulteradas para más caudal, etc.

- **Manejar adecuadamente los envases y desechos de los productos aplicados:** Es una situación común la disposición de los desechos de los productos aplicados en el mismo terreno, en zanjones y orillas de caminos. En estos sitios, normalmente se concentran las aguas superficiales durante las precipitaciones fuertes, “que lavan los envases” y llevan los residuos tóxicos hasta las quebradas y ríos. De igual manera, gente menos informada, recoge estos envases y los utiliza de las maneras más diversas, inclusive como recipientes de alimentos o agua.

Si estos envases son recogidos por el agricultor y colocados al abrigo, en puntos lejanos a manantiales y zonas de recargas, puede representar una considerable “limpieza ambiental”, tanto estética como de contaminación.

En este ítem se presentan algunas opciones técnicas de agricultura conservacionista relacionadas con las actividades de producción animal, principalmente la ganadería vacuna.

La producción animal es un importante componente dentro de finca. Por un lado porque puede lograr alcanzar con los principios de la agricultura conservacionista:

- Representa una opción para componer los planes de uso mejorado de la tierra.
- Contribuye a estabilizar económicamente ciertos sistemas de producción, a través de la diversificación de ingresos, mejoría de flujos de caja, etc.
- Consume materiales vegetales utilizados como prácticas de control de la erosión.
- Ofrece materiales residuales que pueden ser aprovechados como insumos en una serie de actividades de uso y manejo mejorado de la tierra.

Por otro lado, si es mal manejado, puede:

- Contribuir al establecimiento de procesos de deterioro de la tierra, principalmente la compactación y la erosión (superficial y por deslizamientos de masa), como una consecuencia del sobrepastoreo, principalmente.
- Colaborar en el desarrollo de procesos de contaminación por el mal manejo y no aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos.

Gran parte del área ganadera de Costa Rica está ubicada en laderas y presenta grados variados de degradación de la tierra. En términos generales, la parte ubicada en la Vertiente del Pacífico, ya sea por el tiempo de uso, por el clima y/o por el sistema de producción con pastoreo extensivo, se presenta en un estado de degradación más avanzado que las áreas altas húmedas y de bajuras en las Vertientes del Atlántico y del Pacífico Sur.

A pesar de la baja población de animales, estas áreas ganaderas muestran diferentes grados de sobrepastoreo y degradación de la tierra, lo cual indica que la carga animal actual todavía está sobredimensionada para las condiciones de disponibilidad forrajera prevalentes en el sistema de producción. Como la producción por animal también es baja, la producción global de la ganadería en la finca es pequeña. En este nivel de producción y productividad no es muy difícil asegurar la mejoría de la productividad y conservación de la tierra, con el uso de prácticas sencillas, de bajo riesgo y relativamente baratas. En este contexto, para un mismo nivel de producción ganadera en la finca, áreas de tierra actualmente destinadas al pastoreo extensivo podrían ser liberadas y pasar a una utilización más adecuada a las condiciones de los terrenos en ladera.

Por los motivos antes expuestos, el Proyecto MAG/FAO ha ejecutado acciones en las áreas piloto, en aquellas donde la producción animal se caracteriza como rubro importante. A continuación se detallan algunos casos de las opciones técnicas que se llevaron a cabo. Una descripción más pormenorizada de los principios de agricultura conservacionista en la producción animal pueden ser encontrados en el Informe Técnico No.16 (Vieira *et al.*, 1996).

DIVISIÓN DE LOS PASTOS EN APARTOS PARA EL PASTOREO ROTACIONAL Y CONTROLADO EN MONSEÑOR MORERA DE TILARÁN¹⁷

Descripción del problema

En las tierras dedicadas a la actividad ganadera en las zonas tropicales es muy común que estén sobrepastoreadas en algún período del año. El sobrepastoreo es el resultado de un conjunto de factores que ocurren de manera interactiva en un área ganadera y que normalmente determina una situación de degradación, la cual puede ser muy severa a largo plazo y de solución compleja.

En áreas sobrepastoreadas de ladera, el proceso de erosión se establece de manera severa, tanto la erosión hídrica superficial como por deslizamientos de masa. La productividad es reducida y los costos de mantenimiento y recuperación de los pastos son mucho más elevados.

Es común en la ganadería de ladera (excepto la ganadería lechera especializada y algunas pequeñas ganaderías de doble propósito) que el pastoreo sea extensivo, sin ningún tipo de planificación. En este sentido, es corriente que estén presentes los siguientes aspectos:

- a. Los pastos no están divididos en apartos para permitir el pastoreo rotacional y controlado, donde el productor pueda manejar variables, tales como: período de pastoreo, período de descanso, nivel óptimo de cosecha por los animales, altura de pastoreo, control de malezas, fertilización, recuperación y renovación del pasto, entre otras;
- b. Los bebederos, saladeros y corrales de ordeño generalmente están ubicados en puntos que obligan al ganado a bajar y subir varias veces al día, lo cual forma caminos surcados pendiente abajo por donde se encauza la escorrentía, que produce grandes daños y cárcavas a lo largo del tiempo;

17. Principales responsables: Carlos Achío Tacsan, Eliécer Molina, Nelly de Kroes, Oscar Brenes y Oscar Cid.

- c. La poca disponibilidad de forraje y la mala calidad del pasto, aunados a los dos puntos anteriores, obligan a que el ganado camine más por el terreno; como consecuencia, que este consume más energía, reduce aún más la productividad y acelera el proceso de degradación ya discutido.

Opción técnica seleccionada

Uno de los puntos fundamentales para contribuir en el aumento de la productividad y conservación de los recursos suelo y agua, en áreas ganaderas de ladera, es evitar que el ganado esté caminando libre en busca del alimento y del agua. Lo anterior requiere tener los animales geográficamente bajo control, pero con buena disponibilidad de forraje y agua, en cantidad y calidad, para que puedan satisfacerse en poco tiempo y en pequeño espacio. Con estos requerimientos satisfechos, el ganado puede nutrirse mejor, ahorrar energía y no destruir el pasto y el suelo.

Para lograr este objetivo, es condición primaria y fundamental la división del área de pastos en apartos. Consiste, básicamente, en dividir el área total en otras más pequeñas con el fin de posibilitar:

- a. el pastoreo rotacional programado y controlado, según la especie de pasto, el período del año, la carga animal, entre otras variables. El ganado pasta en un apartado mientras los demás permanecen cerrados, con lo cual estos se recuperan para un nuevo pastoreo;
- b. la recuperación del pasto que ha sido utilizado, cuyo período de descanso es definido por el nivel de pastoreo que ha sido dado, por la curva de crecimiento de la especie de pasto en las condiciones edafoclimáticas locales y por el nivel de fertilización que se emplea en el sistema de producción, como variables más importantes;
- c. las renovaciones periódicas y mejoramientos del pasto sin el ganado presente;
- d. las rotaciones de área entre agricultura (cultivos) y ganadería de manera más fácil y planificada a largo plazo, principalmente en aquellos sistemas de producción mixtos, donde los cultivos son muy susceptibles a plagas y enfermedades (por ejemplo: tomate, chile, tiquizque, papa) y, por eso, necesitan estar cambiando frecuentemente de áreas de siembra.

Para dividir el área de pasto en apartos se deben tomar en cuenta una serie de parámetros técnicos ya definidos en la literatura zootécnica.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en distintas áreas piloto, principalmente en Monseñor Morera de Tilarán, donde la ganadería es una actividad importante de uso de la tierra.

- Ubicación: fincas de Monseñor Morera de Tilarán;
- Piso altitudinal: entre 500 y 650 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 222 mm entre mayo y noviembre y 41 mm entre diciembre y abril;
- Temperatura promedio: 23,6 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre el 10 y 50 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente andisoles, de fertilidad media a alta, con mayores deficiencias de P. El horizonte A es franco, profundo y el horizonte Bw es franco-arcilloso, con más de 120 cm de espesor.

Resultados obtenidos

Las características del proyecto evaluado y los respectivos costos son presentados a continuación.

Área total de pastos por dividir = 4 ha ó 40 000 m²

Número de apartos = 24

Tamaño de los apartos = 1 617 m²

Callejones = 400 m lineales con 3,0 m de ancho = 1 200 m²

Cercas = 2 886 m lineales en total

Perimétrales: 926 m lineales

Callejones: 800 m lineales

Internas entre apartos: 1 160 m lineales

Materiales: postes muertos (cada 12 m), postes vivos (cada 2,40 m) y alambre de púas (de primera calidad y a 3 hilos).

En la Tabla 23 se presentan los costos para la hechura de cercas con las características descritas. Se calculó que el costo en ¢92 294 por km lineal ó ¢92,30 por m lineal.

Tabla 23: Costos para hechura de 2 886 metros de cerca de alambre de púas corriente como suelen hacer los productores en Tilarán/Guanacaste (Promedio de dos fincas).

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO (c)		%
		UNIT.	TOTAL	
Postes muertos a cada 12 metros	240	325	78 000	29,3
Postes vivos a cada 2,40 metros	963	40	38 520	14,5
Alambre de primera calidad (3 hilos)	26 car.	3 375	87 750	32,9
Grapas	26 kg.	160	4 160	1,6
Transporte de postes y alambre	–	–	14 430	5,4
Mano de obra	290 h	150	43 500	16,3
COSTO TOTAL			2 66 360	100,0

Los costos pueden ser reducidos en un 20 a 25 por ciento, mediante la adopción de algunas medidas sencillas como lo describe Vieira *et al.* (1996). Cabe señalar que la división de los pastos en apartos no asegura que no se vayan a presentar problemas de sobrepastoreo; sin embargo, la práctica facilita el control del productor sobre las condiciones del pasto y del hato.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores evaluaron la práctica como factible y aceptable. En un solo año, buena parte del grupo de productores del área piloto la adoptaron en sus fincas.

Facilidades para realizar la práctica

Los apartos requieren cierta asistencia técnica para su diseño; las dimensiones, formas y número de apartos necesitan ser evaluados caso por caso. Sin embargo, un extensionista puede orientar fácilmente a los productores. La ejecución de las cercas luego de haber sido planificadas en el terreno, es una tarea rutinaria para un productor ganadero.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Los apartos pueden ser diseñados en la mayoría de las condiciones de suelos y clima. Sin embargo, son todavía más importantes para aquellas condiciones en donde la producción de forraje es estacional y el pastoreo requiere más control.

- **Paisaje:** Son de más difícil diseño en las áreas de laderas con pendientes pronunciadas y largas, puesto que en estas condiciones es más complejo la ubicación adecuada de los callejones y de los abrevaderos.
- **Sistema de producción:** Puede ser ejecutado en cualquier sistema de producción ganadero; sin embargo, parece más fácil y ajustado a los sistemas de producción de mediano porte, de ganadería lechera especializada o de doble propósito. Para la ganadería extensiva de carne no especializada y tecnificada, la poca disponibilidad de mano de obra para manejar los animales en los apartos puede ser una limitante.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Las opciones de impacto más probables son presentadas en el Recuadro 17. Los apartos pueden contribuir a aumentar la productividad de la actividad ganadera y la cobertura del terreno. Se espera una mayor infiltración de agua y menor escorrentía en las áreas de pastos manejados con apartos. La fertilidad del suelo puede mantenerse mejor, por la reducción de la compactación y de la erosión y aumento de la biomasa en el terreno. La contaminación por sedimentos puede ser aminorada, así como la aplicación de herbicidas para el control de malezas.

Recuadro 17: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua				ind
Manejo adecuado de la escorrentía superficial				ind
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				ind
Evitar o reducir la contaminación				ind

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

MEJORAMIENTO DE PASTOS EN MONSEÑOR MORERA DE TILARÁN, BIJAGUAL DE TURRUBARES, ALTOS DE NARANJO DE ATENAS Y LABRADOR DE SAN MATEO¹⁸

Descripción del problema

Muchos de los pastos del país ubicados en zonas de laderas poseen especies que no ofrecen lo mejor en términos de producción de forraje de buena calidad o en su forma de crecimiento. Asimismo, presentan una estacionalidad muy demarcada, en razón de lo cual prácticamente desaparece el material verde durante el período seco.

Estas condiciones contribuyen a favorecer que se establezca el sobrepastoreo. Como complemento a la división de apartos, es necesario mejorar la calidad de los pastos para que se potencien los efectos del pastoreo rotacional.

Opción técnica seleccionada

En fincas de las áreas piloto se introdujeron especies de pasto mejorado, con el objetivo de lograr:

- Producir mayor cantidad y calidad de forraje para el ganado y de feria, mayor cobertura del terreno, menor compactación y erosión.
- Reducir la hambruna del ganado en el verano con más disponibilidad de forraje en este período.
- Posibilitar el manejo rotacional del hato.

Las especies introducidas en las áreas piloto, según las preferencias de los agricultores y las recomendaciones técnicas para cada zona, fueron la *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria dictyoneura* y la estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) como gramíneas y el maní forrajero (*Arachis pintoi*) y kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) como especies leguminosas.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en distintas áreas piloto, principalmente en Monseñor Morera de Tilarán, Altos de Naranjo de Atenas y Bijagual de Turrubares, donde la ganadería es una actividad importante de uso de la tierra.

18. Principales responsables: Ana Lucía Ureña, Carlos Achío Tacsan, Carlos Barboza, Eliécer Molina, Gilberto Palacios, Juan Bautista Fernández, Juan C. Moya, Leticia Badilla, Nelly de Kroes, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Caso 1

- Ubicación: fincas de Monseñor Morera de Tilarán;
- Piso altitudinal: entre 500 y 650 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 222 mm entre mayo y noviembre y 41 mm entre diciembre y abril;
- Temperatura promedio: 23,6 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre el 10 y 50 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente andisoles, de fertilidad media a alta, con mayores deficiencias de P. El horizonte A es franco, profundo y el horizonte Bw es franco-arcilloso, con más de 120 cm de espesor.

Caso 2

- Ubicación: fincas de Altos de Naranjo de Atenas;
- Piso altitudinal: entre 900 y 1 350 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 276 mm entre mayo y octubre y cerca de 50 mm entre noviembre y abril;
- Temperatura promedio: 22,5 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre 30 y 60 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles, con características ándicas, de fertilidad media a baja, y profundidad efectiva alrededor de 60 a 100 cm.

Caso 3

- Ubicación: fincas de Bijagual de Turrubares;
- Piso altitudinal: entre 450 y 600 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensuales de 390 mm entre mayo y octubre y cerca de 75 mm entre noviembre y abril;
- Temperatura promedio: 25 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre 10 y 35 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente ultisoles, de fertilidad baja, deficiencias de P y K, pH bajo y elevado aluminio. El horizonte A es delgado (5 a 10 cm) y el horizonte Bt profundo (+120 cm) y muy arcilloso.

Caso 4

- Ubicación: finca en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: 280 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm entre mayo y octubre y 50 mm entre noviembre y abril;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendiente del terreno: 15 por ciento;
- Tipos de suelos: Ultisol, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

En Monseñor Morera de Tilarán, los pastos son predominantemente de estrella africana, en razón de lo cual se requiere un mejor manejo del pastoreo para lograr mayor producción y un asocio para mejorar la calidad del forraje producido en el potrero. En estos pastos de estrella, además de los apartos para controlar el pastoreo, se introdujo el maní forrajero en asocio; se lo sembró en pequeños surcos a contorno, abiertos con pala y distanciados de 2 en 2 m. En el surco, el maní fue sembrado con tallos de un vivero cercano. Los tallos fueron recubiertos con una fina camada de tierra y compactados levemente. En el surco se fertilizó con la fórmula 18-5-15-6-2, a base de 75 kg/ha.

Los costos de la práctica, calculados para un aparto de estrella africana establecida, con 2 400 m² de área, se presentan en la Tabla 24. Extrapolándose los costos observados en el aparto de 2 400 m², los costos por hectárea para la ejecución de esta práctica estarían en alrededor de ¢30 700, equivalentes a aproximadamente 900 botellas de leche. Si se toma en cuenta apenas los costos externos desembolsables para el productor, estos equivalen a apenas 100 botellas de leche, ya que los costos restantes es mano de obra que puede ser ofertada en horas no ocupadas con otras actividades rentables.

TABLA 24: Costos para la siembra en franjas de maní forrajero (*A. pintoi*) dentro de un pasto establecido de estrella africana (*C. nlemfuensis*) en Monseñor Morera de Tilarán.

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO (€)		%
		UNIT.	TOTAL	
Semilla (semillero propio)	25 m ²	20	500	6,8
Mano de obra para acarrear la semilla, surcar a pala, sembrar y cubrir con tierra)	39 h	150	5 850	79,4
Fertilización con 18-5-15-6-2	18 kg	48	864	11,7
Mano de obra para fertilizar	1,0 h	150	150	2,1
COSTO TOTAL			7 364	100,0

En Altos de Naranjo de Atenas, los costos incluyen la ejecución del apartado y el mejoramiento del pasto. En un área de 47 por ciento de pendiente, con un pasto bastante deteriorado por la infestación de zacate jengibrillo (*Paspalum notatum*) se construyó un apartado con 2 730 m² de área para la siembra de otra especie de pasto.

La pendiente del terreno no recomienda la labranza con movilización del suelo para la eliminación del pasto deteriorado. La especie más adaptada climáticamente para la zona, en términos de producción de biomasa y tolerancia a la "Prosapia" es la *Brachiaria brizantha*. Sin embargo, en este grado de pendiente esta especie cespitosa y de crecimiento erecto no cierra el terreno suficientemente rápido como para dominar el jengibrillo y controlar la erosión. Así, se optó por sembrar el apartado, incluida la *Brachiaria dictyoneura* en asocio con la *brizantha*, mezclando las dos semillas en el mismo surco, a una proporción de 60 por ciento de *brizantha* y 40 por ciento de *dictyoneura*, en peso. La *brizantha* crece erecta y produce biomasa rápidamente, mientras que la *dictyoneura* es más lenta para producir forraje, pero crece lateralmente, con mayores posibilidades de recubrir y dominar el jengibrillo en las entrelíneas. Aunque el jengibrillo es agresivo, no tolera la sombra de otra especie.

Utilizando un herbicida a base de Gyphosate se "quemó" el pasto jengibrillo en franjas de 0,5 m de ancho, distanciadas a cada 2 m una franja a otra. En el centro de estas franjas quemadas se abrieron pequeños surcos superficiales donde se sembraron las semillas de los pastos mejorados.

En la Tabla 25 se presentan los costos evaluados para la ejecución de esta práctica. Aunque estos parezcan relativamente elevados, un 53,9 por ciento son costos de mano de obra que el productor puede utilizar en momentos en que no posee otra actividad. Si se toma

en cuenta la capacidad anterior del pasto de apenas 0,5 U.A./ha y la del nuevo pasto, después de 3 meses de sembrado, de unas 2,5 U.A./ha, se puede concluir que la técnica es ventajosa. Principalmente, porque en una pequeña finca, con problemas de disponibilidad de tierras, el productor puede reducir el área de pasto en por lo menos un 50 por ciento, manteniendo el mismo hato. En las áreas liberadas puede dedicarse a otras actividades, tales como fruticultura, café, bosques o protección de manantiales.

Tabla 25: Costos para la siembra en franjas de *B. brizantha* en asocio con a *B. dictyoneura* en Altos de Naranjo de Atenas.

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO (€)		%
		UNIT.	TOTAL	
INSUMOS:				
Postes vivos para la cerca del aparto	78	10	780	2,8
Alambre de púas	420 m	10,20	4 284	15,6
Grapas	2 kg	160	320	1,2
Semillas de los pastos	1 340 g	4,10	5 484	19,9
Fertilizante 12-24-12	21 kg	45,71	960	3,5
Herbicida a base de Glyphosate	0,5 l	1 714	857	3,1
MANO DE OBRA:				
Siembra de los postes	18 h	167	3 006	10,9
Alambrar a 3 hilos	10 h	167	1 670	6,1
Aplicación de fertilizante	4 h	167	668	2,4
Aplicación de herbicida	3 h	167	501	1,8
Surcada con pala y siembra	54 h	167	9 018	32,7
COSTO TOTAL			27 548	100,0

En Bijagual de Turrubares se evaluaron dos situaciones de mejoramiento de pasto con *B. brizantha*: La primera en área relativamente limpia, de rotación con tiquizque, y la segunda en área de pasto deteriorado, con presencia de malezas, jaragua y jengibrillo. Los costos son presentados en la Tabla 26.

Se observa que sembrar el pasto mejorado en área con otro pasto deteriorado presentó un costo 62 por ciento más elevado que la siembra en un área relativamente limpia y con suelo ya trabajado, cultivado con tiquizque. Lo anterior indica que sería mejor labrar el

suelo, sembrar un cultivo de renta, y asociado (o en relevo) a este, sembrar el pasto, como alternativa para reducir los costos de implantación del nuevo pasto.

Tabla 26 Costos por hectárea para la siembra de *B. brizantha* en dos situaciones de terreno en Bijagual de Turrubares.

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO - (¢)		%
		UNIT.	TOTAL	
<i>Caso en área de siembra de tiquizque:</i>				
Labranza con rastra rompedora	2 hr	2 000	4 000	15,7
Insecticida de suelo	2 kg	1 482	2 964	11,6
Aplicación de insecticida	1 J	1 000	1 000	3,9
Surcada y siembra	4 J	1 000	4 000	15,7
Semilla del pasto	3 kg	4 525	13 575	53,2
COSTO TOTAL			25 539	100,0
<i>Caso en área de pasto deteriorado:</i>				
Labranza con arado de discos	3,5 h	3 000	10 500	25,2
Labranza con rastra rompedora	2,5 h	2 000	5 000	12,0
Herbicida	2 l	1 500	3 000	7,2
Aplicación de herbicida	1 J	1 000	1 000	2,4
Surcada y siembra	8,5 J	1 000	8 500	20,4
Semilla del pasto	3 kg	4 525	13 575	32,6
COSTO TOTAL			41 575	100,0

En Labrador de San Mateo, en procura de reducir la movilización del suelo y al mismo tiempo controlar mejor el pasto u otra vegetación invasora, se ha validado la siembra de *Brachiaria brizantha* en cero labranza. La práctica consiste en controlar las malezas del terreno (pasto viejo y otras malezas) con herbicidas, sembrar la brachiaria al voleo sobre los rastrojos quemados y luego chapear los rastrojos con machete. Es nada más que una "tapa", similar al que se practica con el frijol tapado.

Los costos de ejecución de la práctica son presentados en la Tabla 27.

Tabla 27: *Costos por hectárea para siembra de Brachiaria brizantha en sistema de cero labranza en Labrador de San Mateo.*

ELEMENTO DE COSTO	CANTIDAD	COSTOS (¢)	%
Preparación del terreno:			
- Mano de obra	20 h	4 000	14,9
- Herbicida Paraquat	4,0 l	5 400	20,1
- Herbicida Glyphosato	1,5 l	3 143	11,7
Siembra:			
- Semilla	3,0 kg	12 000	44,7
- Siembra al voleo	1,5 h	300	1,1
- Chapea manual	10 h	2 000	7,5
COSTO TOTAL		26 843	100,0

Evaluación por los agricultores

Los productores evaluaron estas prácticas de mejoramiento del pasto de manera muy positiva. En las mismas áreas piloto, otros productores se dispusieron a seguir el ejemplo y empezaron a mejorar sus respectivas áreas de pasto.

Facilidades para realizar la práctica

La renovación de pastos deteriorados por pastos nuevos y de especies mejoradas es factible para la mayoría de los productores ganaderos. Los costos externos más elevados son los de semillas, que pueden ser reducidos a través de la siembra de pequeñas áreas en el primer año, destinadas a la multiplicación de material para sembrar en las demás áreas de la finca, con la consiguiente eliminación de costos desembolsables por este concepto. Los costos de mano de obra pueden ser diluidos en el tiempo, en la medida en que el productor renueve, por ejemplo, 1 ó 2 apartos por año.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Los pastos han sido mejorados en diversos tipos de suelos, con fertilidad alta o baja. Principalmente en aquellos suelos de fertilidad baja, se recomienda la fer-

tilización correspondiente o la siembra de un cultivo fertilizado, antes o durante la siembra del pasto, para que este aproveche la fertilización residual.

- **Paisaje:** Cuanto mayor sea la pendiente del terreno, más trabajo para renovar el pasto. Si las pendientes son pronunciadas, se recomienda la eliminación total o parcial del pasto viejo con herbicidas y la siembra del nuevo pasto. Se debe evitar la movilización de estas áreas. La *B. brizantha*, por su hábito de crecimiento, debe ser evitada en siembras como monocultivo en áreas de laderas fuertes. Sería recomendable sembrarla al voleo con alta densidad, o asociarla con otra especie más rastrera y estolonífera, o aún, preferir la siembra de la otra especie en monocultivo.
- **Sistema de producción:** Puede ser ejecutada en cualquier sistema de producción ganadero; sin embargo, parece más fácil y ajustada a los sistemas de producción de mediano porte, de ganadería lechera especializada o de doble propósito, cuya dedicación y dependencia del productor por esta producción es mayor.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Las opciones de impacto más probables son presentadas en el Recuadro 18. El mejoramiento de los pastos, suponiéndolos bien manejados tras su renovación, contribuye a aumentar la productividad de la actividad ganadera y la cobertura del terreno. Se espera una mayor infiltración de agua y menor escorrentía en las áreas de pastos mejorados y con buen manejo. La fertilidad del suelo puede mantenerse mejor, por la reducción de la compactación y de la erosión y aumento de la biomasa en el terreno. La contaminación por sedimentos puede ser reducida, así como la aplicación de herbicidas para el control de malezas.

Recuadro 18: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial				ind
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				ind
Evitar o reducir la contaminación				ind

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

VIVEROS DE ESPECIES DE LEGUMINOSAS Y PASTOS MEJORADOS EN FINCAS DE MONSEÑOR MORERA DE TILARÁN Y LABRADOR DE SAN MATEO¹⁹

Descripción del problema

En el proceso de renovación de los pastos con especies mejoradas, la semilla abarca gran parte de los costos. La semilla sexual presenta precios en el mercado que son considerados por los productores como elevados y cuando se trata de material vegetativo (tallos, rizomas, estolones, cepas, etc.) el costo de transporte y acarreo generalmente limita la adopción de la práctica. Muchas veces el productor tiene conciencia de los malos pastos que posee; sin embargo, no se anima a mejorarlos; primero, por los costos que representan las semillas de algunas especies y, segundo, por desconocimiento acerca de otras especies mejores que las suyas.

Como la productividad y rentabilidad de la ganadería de doble propósito ha sido frecuentemente baja, el productor no posee recursos suficientes para afrontar costos externos desembolsables.

Opción técnica seleccionada

Para algunos pequeños productores ganaderos es más conveniente sustituir costos externos de la finca, desembolsables, por costos internos no desembolsables, a través de la planificación de ciertas actividades más a largo plazo. En este sentido, el establecimiento de pequeños semilleros en la propia finca parece ser la alternativa más factible para promover el mejoramiento futuro del pasto, con lo cual se eliminarían los costos externos de la semilla.

El Proyecto ha implementado, en carácter de demostración y multiplicación, pequeñas áreas sembradas con especies de potencial interés para los productores.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en dos condiciones:

Caso 1

- Ubicación: fincas de Monseñor Morera de Tilarán;
- Piso altitudinal: entre 500 y 650 m.s.n.m.;

19. Principales responsables: Carlos Achío Tacsan, Carlos Barboza, Eliécer Molina, Gerardo Miranda, Gilberto Palacios, Jeroen Rijniers, Juan Carlos Moya, Oscar Brenes y Oscar Cid.

- Distribución de lluvias: promedio mensual de 222 mm entre mayo y noviembre y 41 mm entre diciembre y abril;
- Temperatura promedio: 23,6 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre el 10 y 50 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente andisoles, de fertilidad media a alta, con mayores deficiencias de P. El horizonte A es franco, profundo y el horizonte Bw es franco-arcilloso, con más de 120 cm de espesor.

Caso 2

- Ubicación: finca en Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: 280 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm entre mayo y octubre y 50 mm entre noviembre y abril;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendiente del terreno: 15 por ciento;
- Tipos de suelos: Ultisol, con fertilidad media, un horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

A continuación se presentan costos para el establecimiento de semilleros de maní forrajero y de *B. brizantha* Diamantes 1.

Caso 1

- Área de semillero de maní forrajero en Tilarán: 300 m²;
- Área ya cercada por 2 lados;
- Semilla asexual: tallos, ofrecida por el MAG (con la finalidad de distribuir posteriormente entre el grupo de agricultores);
- Uso anterior: pasto de estrella africana.

Caso 2

- Área de semillero de *B. brizantha* en Labrador de San Mateo: 850 m²;
- Área sin necesidad de cercas;
- Semilla sexual: adquirida en el mercado nacional;
- Uso anterior: pasto de transvala.

En la Tabla 28 se presentan los costos desglosados para el establecimiento de los dos semilleros. Las diferencias de costos entre ambos se deben, principalmente, a la necesidad de cercas en uno de ellos y a la mano de obra utilizada para el surcado del suelo y siembra de los tallos de maní. Tomándose el costo de cada uno en dólares americanos, ya que fueron costos ejecutados con 1 año de diferencia, se calcula un valor de US\$33,29 (US\$0,11 / m²) para el semillero de maní forrajero y de US\$42,47 (US\$0,05 / m²) para el semillero de *B. brizantha*.

A pesar de estos costos calculados, el costo real de la semilla producida será más bajo al productor, a la vez que el mismo sitio puede producir semilla a lo largo del tiempo. El productor puede vender parte de la semilla producida y además, el área de semillero también puede ser utilizado como pasto para su ganado. Por otro lado, para la producción de semilla de buena calidad, se necesita un manejo adecuado, capacitación e insumos que muchas veces no están disponibles todavía.

Tabla 28: Costos para el establecimiento de semilleros de maní forrajero en Monseñor Morera de Tilarán y de *B. brizantha* en Labrador de San Mateo.

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO (c)		%
		UNIT.	TOTAL	
(a) Maní forrajero - 300 m²:				
Postes vivo para cerca	6	20	120	2,3
Postes muertos	1	350	350	6,7
Alambre para cerca	47,0 m	8,66	407	7,8
Arada con tracción animal alquilada	2,1 h	200	420	8,0
Mano de obra del agricultor para arada	0,7 h	145	101	1,9
Mano de obra para surcado y siembra del maní	8,2 h	145	1 189	22,8
Mano de obra para deshierba	12,0 h	145	1 740	33,3
Herbicida Glyphosate	0,5 l	1 800	900	17,2
Costo total para maní forrajero			5 227	100,0
(b) <i>B. brizantha</i> - 850 m²:				
Limpieza y labranza del terreno	1,5 h	2 000	3 000	39,2
Semilla	0,5 kg	3 350	1 675	21,9
Mano de obra para siembra del pasto y fertilización	1,0 h	150	150	2,0
Cobertura de la semilla	0,5 h	2 000	1 000	13,1
Herbicida Tordon 101	0,2 l	7 000	1 400	18,3
Mano de obra para control de malezas	1,0 h	150	150	2,0
Fertilizante 12-24-12	5 kg	54	270	3,5
Costo total para <i>B. brizantha</i>			7 645	100,0

Evaluación por los agricultores

La práctica hace viable el mejoramiento del pasto en la pequeña finca. En ambos casos, los productores pasaron a multiplicar las áreas de sus fincas sembradas con estas especies, además de ceder material para los vecinos.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica es muy fácil de realizar, pues basta tener el material inicial en pequeña cantidad. Cabe señalar que algunas especies forrajeras presentan problemas para la producción de semilla sexual, por lo cual se necesita que el extensionista esté preparado o se asesore adecuadamente para apoyar a los productores.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** Si el vivero es sembrado en un suelo fértil, va a producir más material y más rápidamente.
- **Paisaje:** No influye.
- **Sistema de producción:** Pequeños productores ganaderos.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 19 se resumen los impactos esperados por la ejecución de esta práctica. La productividad del sistema es afectada positivamente puesto que se reducen los costos para la siembra de pastos mejorados. La cobertura, infiltración y escorrentía son afectados indirectamente, si los materiales producidos en el vivero se multiplican en pastos mejorados y bien manejados. Para los demás principios, no se esperan impactos tangibles.

Recuadro 19: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

SIEMBRA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) COMO PASTO DE CORTE EN MONSEÑOR MORERA DE TILARÁN²⁰

Descripción del problema

La falta de producción de biomasa de los pastos durante el período seco casi siempre conlleva a la hambruna de los animales y a la caída brusca de la producción de leche y carne. Además, se ven afectados los índices zootécnicos de reproducción.

Aunque se utilicen pastos mejorados, el período seco en gran parte del territorio nacional sobrepasa los 4,5 meses, suficiente para reducir la producción de biomasa.

Los productores que venden la leche para las agroindustrias se ven aún más afectados por los precios, que se deducen por concepto de diferencias de promedio de producción entre el verano e invierno.

Opción técnica seleccionada

Complementariamente a las prácticas ya descritas, la estrategia para evitar el sobrepastoreo y para reducir la caída de producción en el período seco, incluye la producción y suministro de forraje de corte para suplementar la dieta durante el período de escasez, sobre todo en la pequeña finca, donde las posibilidades de adopción de otras medidas de escape (mantenimiento de pastos de reserva, adquisición de heno y/o ensilaje, alquiler de pastos) son más reducidas.

Condiciones de ejecución de la práctica

- Ubicación: finca de Monseñor Morera de Tilarán;
- Piso altitudinal: entre 500 y 650 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedio mensual de 222 mm entre mayo y noviembre y 41 mm entre diciembre y abril;
- Temperatura promedio: 23,6 °C;
- Pendientes del terreno: varían entre el 10 y 50 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente andisoles, de fertilidad media a alta, con mayores deficiencias de P. El horizonte A es franco, profundo y el horizonte Bw es franco-arcilloso, con más de 120 cm de espesor.

20. Principales responsables: Carlos Achío Tacsan, Eliécer Molina, Jeroen Rijniers, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Resultados obtenidos

A continuación se presentan las características para el establecimiento de un pequeño cañal destinado a la producción de forraje fresco en el período de verano, en Monseñor Morera de Tilarán.

- Área de siembra: 1 500 m²;
- Preparación del terreno: chapea, paleada y surcado manual;
- Dirección de siembra: en surcos a contorno;
- Distancia de siembra: surcos cada 1,50 m con siembra continua.

En la Tabla 29 son presentados los costos para la ejecución de la práctica. Aunque parezcan elevados, se puede observar que gran parte (64,7%) son costos internos a la finca, a través del aporte de la mano de obra del productor. Lo anterior presenta como ventajas el hecho de que no se caracterizan como costos desembolsables y pueden ser ejecutados en la medida de las posibilidades del productor, de acuerdo con el crecimiento del hato. Sin embargo, si así lo plantea el productor, puede sustituir la mano de obra de labranza manual a pala por alquiler del servicio de labranza con tracción animal. En este caso, su esfuerzo es menor; sin embargo, necesita disponer de los recursos financieros para el trabajo.

Tabla 29: Costos para la formación de un cañal de 1 500 m² para la producción de forraje en el período de verano, en Monseñor Morera de Tilarán/Guanacaste.

ELEMENTOS DE COSTO	CANT.	COSTO (¢)		%
		UNIT.	TOTAL	
Semilla	2,5 T	3 800	9 500	29,2
Mano de obra:				
- Chapea de limpieza	12 h	145	1 740	5,4
- Trazado de las curvas a nivel	3 h	145	435	1,3
- Paleada de labranza	40 h	145	5 800	17,8
- Surcado	60 h	145	8 700	26,8
- Acarreo y siembra	30 h	145	4 350	13,4
Transporte de la semilla	-	-	2 000	6,1
COSTO TOTAL			32 525	100,0

Evaluación por los agricultores

Los agricultores que producen leche son los más interesados en esta práctica, puesto que la actividad paga la mano de obra incremental para corte, acarreo y picado del material.

Facilidades para realizar la práctica

La práctica es fácilmente ejecutada y está al alcance de los pequeños productores lecheros. La caña puede ser también sustituida por otros materiales. Igualmente, el pasto de corte puede ser sembrado como barrera viva y cumplir una doble función.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

- **Suelos:** El pasto de corte debe ser sembrado en suelo con buena fertilidad ya que se trata de un área que debe producir gran cantidad de biomasa. Asimismo, el área debe estar cerca de los locales de picado y suministro al ganado, para evitar exceso de acarreo; igualmente, debe estar cerca del establo, con el propósito de facilitar el transporte del estiércol del ganado hasta ella.
- **Paisaje:** El pasto de corte debe estar en un área bien soleada, de preferencia que reciba el sol la mayor parte del día.
- **Sistema de producción:** Pequeños productores ganaderos que poseen disponibilidad de mano de obra para invertir en la actividad. Los productores de leche tienen más posibilidades de adoptar la práctica.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

La utilización de pastos de corte como complemento alimentario en verano presenta un impacto positivo directo en la productividad de la actividad pecuaria. Al contribuir a evitar el sobrepastoreo, indirectamente afecta la cobertura del terreno, la infiltración del agua y la escorrentía. Las áreas con pasto de corte se debilitan rápidamente por las fuertes extracciones de nutrientes y el hecho de que no se haga la reposición correspondiente. Posibles impactos en contaminación no son tangibles. El impacto esperado de la práctica se resume en el Recuadro 20.

Recuadro 20: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica			-	
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

Algunos aspectos muy vinculados al componente forestal (reforestación, agrosilvicultura, actividades silvopastoriles, etc.) han sido discutidos en otros capítulos de este Módulo. Sin embargo, algunas prácticas específicas que involucran el componente forestal todavía merecen ser discutidas.

PRODUCCIÓN COMUNAL DE ARBOLITOS PARA SIEMBRA²¹ (VIVERO COMUNAL)

Descripción del problema

Los pequeños agricultores siempre están dispuestos a considerar el componente forestal en sus fincas cuando este representa alguna función importante desde su punto de vista. Así, muchos agricultores plantean sembrar árboles para cumplir funciones específicas, tales como cortinas rompevientos, sombra en café, cercas vivas forrajeras en pastos, producción de leña, postes, estacones y madera, principalmente.

Para cumplir con tal planteamiento, el arbolito es un costo que el agricultor casi siempre no está dispuesto a desembolsar.

Opción técnica seleccionada

La producción de arbolitos de forma comunal puede ser una opción razonable para bajar los costos del producto. Además, transforma costos externos a la finca, desembolsables, en costos internos, no desembolsables.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de San Isidro de Hojanca;
- Piso altitudinal: 450 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvias y 38 mm en el período seco;

21. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Oscar Brenes y Oscar Cid. Actividad desarrollada en cooperación con el Proyecto IDA/FAO.

- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Tipos de suelos: Alfisol, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor.

Resultados obtenidos

Se implementó con el grupo de productores la siembra de arbolitos para rompevientos y reforestación de su terreno comunal. Los costos de esta actividad se presentan a continuación en la Tabla 30.

El costo unitario en este caso ha sido de ¢8,81 por arbolito, contra un costo en el mercado en la misma época, variable entre ¢10 y ¢15 por arbolito. Si se toma un costo promedio de ¢12,50, totalmente desembolsable en el caso de adquirirlos en el mercado y se lo compara con el costo desembolsable de apenas ¢1,24, produciéndolos propiamente y de forma comunal, utilizando semilla propia, se puede evaluar mejor la ventaja de la práctica. Un 86 por ciento de los costos del arbolito producido comunalmente son internos a la comunidad, no desembolsables.

Tabla 30: Costos de la producción comunal de arbolitos forestales en San Isidro de Hojanca.

ELEMENTOS DE COSTOS	CANTIDAD	COSTOS (¢)		%
		UNIT.	TOTAL	
Bolsitas plásticas	2 500	1	2 500	11,3
Semillas	0,1 kg	9 360	936	4,2
Fertilizantes	10 kg	60	600	2,7
Mano de obra	120 h	150	18 000	81,7
Total de costos	–	–	22 036	99,9

Los costos de las semillas son muy variables ya que dependen de la especie. Para muchas especies, se puede recolectar semillas en el propio campo, con lo cual bajan los costos totales en general.

Evaluación por los agricultores

Varios grupos de agricultores optaron por producir arbolitos individualmente en la finca para cumplir con las necesidades de su respectiva propiedad. Prefieren ejecutar dicha

práctica sobre la producción comunal de arbolitos debido a dificultades de organización, oferta y división del trabajo, participación, etc.

Facilidades para realizar la práctica

Esta práctica es recomendada, principalmente, para producir arbolitos de aquellas especies que no presentan problemas severos de manejo en viveros: que no requieren tratamientos especiales para su germinación, tratamientos complejos contra enfermedades, etc. Igualmente, si los arbolitos producidos deben tener ciertas características de fuste para producir madera de buena calidad; si deben tener ciertas características de copa para producir buenos frutos u otras características especiales, entonces, sería más recomendable adquirirlos en viveros comerciales especializados o mantener un buen plan de capacitación y asistencia a los involucrados en el vivero comunal.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser realizada en cualquier condición, desde que son seleccionadas las especies de árboles adaptadas para cada zona y que a la vez cumplan con los objetivos elegidos en cada caso.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 21 se resumen los impactos esperados por la implementación de esta práctica. La práctica, *per se*, presenta un impacto positivo en la productividad del sistema de producción, ya que reduce el costo de los arbolitos; puede servir como forraje para el ganado; reciclaje de nutrientes para el café, etc. De acuerdo con la finalidad y la función que van a cumplir las áreas sembradas con árboles, la práctica puede presentar un impacto positivo indirecto en la cobertura del terreno, la infiltración del agua, la fertilidad del suelo y la contaminación.

Recuadro 21: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	ind			
Aumento de la infiltración del agua	ind			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	ind			
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

CORTINAS ROMPEVIENTOS EN SAN ISIDRO DE HOJANCHA Y LABRADOR DE SAN MATEO²²

Descripción del problema

Muchas áreas del territorio costarricense están expuestas a vientos de moderados a fuertes, principalmente entre los meses de diciembre a marzo. El viento con estas intensidades causa daños físicos a los cultivos, facilita la "entrada" de enfermedades, aumenta la evapotranspiración del agua y, por ende, incide en la reducción de la productividad de los cultivos.

Los agricultores de estas áreas siempre manifiestan su preocupación por el problema de vientos en frutales, hortalizas, pastos, café, etc. En algunas zonas, el viento llegó a ser un problema prioritario del grupo de agricultores.

Opción técnica seleccionada

La siembra de cortinas rompevientos puede, además del objetivo primario de reducir los efectos negativos del viento en las plantas y animales, tener otras utilidades en la finca, tales como: forraje, estacones para sostener hortalizas, postes para cercas, leña, etc.

22. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Carlos Barboza, Gilberto Palacios, Juan C. Moya, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Condiciones de ejecución de la práctica

Se han ubicado cortinas rompevientos en situaciones agroecológicas distintas. Como ejemplos se presentan casos de San Isidro de Hojanca y Labrador de San Mateo.

Caso 1

- Ubicación: fincas de San Isidro de Hojanca;
- Piso altitudinal: 450 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvias y 38 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendiente: > 30 por ciento;
- Tipos de suelos: Alfisol, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor.

Caso 2

- Ubicación: fincas de Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm en el período de lluvias y 50 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Pendiente: 15 por ciento;
- Tipos de suelos: Alfisol, de fertilidad media, con horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

La cortina rompeviento de 100 m en San Isidro de Hojanca se ha sembrado en hilera doble, con 2,0 m de distancia entre ellas y 2,0 m entre plantas en la línea, distribuidas en pata de gallo. Además, se sembró una cortina en hilera simple cada 1,2 m de distancia entre plantas.

En Labrador de San Mateo la cortina de 60 m fue sembrada en hilera doble, con 1,2 m de distancia entre ellas y 1,2 m entre plantas, distribuidas en pata de gallo.

En ambos casos, la especie sembrada fue la *Cassia siamea*.

Los costos para la siembra y mantenimiento de la cortina hasta el primer año se presentan en la Tabla 31.

El costo promedio para la siembra y mantenimiento de cada arbolito en San Isidro de Hojancha fue de ¢34,80 (US\$0,25 de la época), mientras que en Labrador de San Mateo fue de ¢15,05 (US\$0,10 de la época), cerca de dos y medio veces más barato.

Esta diferencia de costos se debió, principalmente, a los siguientes motivos:

- El costo del arbolito en Labrador de San Mateo, producido individualmente en la finca por el agricultor, fue 14,2 por ciento más bajo que el arbolito producido comunalmente en San Isidro de Hojancha.
- En Labrador de San Mateo no hubo costo de transporte del vivero hasta el local de la siembra.
- Las condiciones del área de siembra, con 15 por ciento de pendiente y un espacio entre plantas de 1,20 m, redujeron el tiempo de deshierba en un 87 por ciento, en Labrador de San Mateo. Los 100 arbolitos en San Isidro ocupan un área cercana a los 300 m² mientras en Labrador los 100 arbolitos ocupan un área de 132 m².

Los resultados referidos al crecimiento de la *Cassia* en Labrador de San Mateo son mostrados en la Tabla 32.

Tabla 31: Costos de siembra y mantenimiento de cortina rompeviento de *Cassia siamea* en San Isidro de Hojancha y Labrador de San Mateo.

ELEMENTOS DE COSTOS	CANTIDAD	COSTOS (¢)	
		UNIT.	TOTAL
<i>Caso 1: San Isidro de Hojancha</i>			
- Arbolitos	100	8,80	880
- Transporte al local	3,0 h	130	390
- Hoyado y siembra	5,0 h	130	650
- Deshierba primer año	12,0 h	130	1 560
Total de costos			3 480
<i>Caso 2: Labrador de San Mateo</i>			
- Arbolitos	100	7,55	755
- Hoyado y siembra	3,5	150	525
- Rodajeo primer año	1,5	150	225
Total de costos			1 505

Tabla 32: Evaluación de la *Cassia siamea* a los 22 meses de sembrada en Labrador de San Mateo.

PARÁMETRO DE CRECIMIENTO	VALOR
Sembrada en hilera simple cada 1,20 m	
- Diámetro del tronco* (cm)	6,89
- Altura de los árboles (m)	5,72
- Ancho de la cortina (m)	4,84
Sembrada en hilera doble 1,20 x 1,20 m	
- Diámetro del tronco* (cm)	6,41
- Altura de los árboles (m)	5,60
- Ancho de la cortina (m)	6,50

* medido a 1,20 m del suelo.

Evaluación por los agricultores

Las cortinas rompevientos son muy aceptadas por los agricultores de las áreas que presentan este tipo de problema de forma más severa. Las acciones llevadas a cabo por el Proyecto en las áreas piloto siempre han dado prioridad a las especies locales para utilización en rompevientos. Ante la falta de especies eficientes para cumplir determinadas

funciones en los rompevientos, se ha optado por observar especies exóticas a la zona; sin embargo, se optó por especies ya cultivadas en el país.

Con base en el nivel de aceptación y siembra de cortinas rompevientos en las áreas piloto, las especies preferidas por los agricultores son:

- **Casia (*Cassia siamea*):** preferida en las áreas de San Isidro de Hojancha y Labrador de San Mateo, por su facilidad de multiplicación, rápido crecimiento y tolerancia al período seco.
- **Colpachí (*Croton niveus*):** preferida en Monseñor Morera de Tilarán y Corazón de Jesús de Arancibia (Cedral de Miramar), por su capacidad de cerrar la cortina para cultivos muy susceptibles como las hortalizas. No les gusta en el colpachí su crecimiento relativamente lento.
- **Tubú (*Montanoa dumicola*):** es la preferida en Corazón de Jesús de Arancibia, donde es autóctona y se reproduce con facilidad. Produce buenos estacones y postes para sostener hortalizas. Por eso se está intentando introducirla en Monseñor Morera de Tilarán y en Altos de Naranjo de Atenas. En estos locales hay que seguir evaluándola.
- **Eucaliptus (*Eucaliptus sp.*):** introducido en Monseñor Morera de Tilarán por el Proyecto IDA/FAO se encuentra bastante en las fincas. A pesar de ser una barrera rala para el viento, por su follaje relativamente poco denso, presenta la ventaja de la altura de los árboles, principalmente para áreas de ladera. Debe ser asociada con otras especies más bajas para apoyar la reducción del viento más al ras de la superficie del terreno.

Otras especies son importantes en el país, tal como el trueno (*Lygustrum lucidium*) en la zona cafetalera del Valle Central.

Facilidades para realizar la práctica

Esta práctica es muy necesaria en las zonas donde el viento azota con severidad. Las mayores dificultades para su ejecución es la selección correcta de la especie o especies que compondrán la cortina, así como la ubicación de esta en el relieve. Una cortina rompeviento mal ubicada puede no solamente ser ineficiente para controlar el viento sino más bien encauzarlo al área, lo que genera más daños a los cultivos que beneficios.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica de cortinas rompevientos puede ser realizada en cualquier condición, mientras que se seleccione correctamente los árboles para cada zona, para que las cortinas rompevientos cumplan con los objetivos elegidos en cada caso. La selección de especies locales que se multiplican fácilmente, acelera y facilita el proceso de difusión y adopción de esta práctica.

Para más detalles acerca de la ubicación de cortinas rompevientos, se recomienda la consulta en literatura más específica.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 22 se resumen los impactos esperados con la implementación de esta práctica.

Recuadro 22: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua		N		
Manejo adecuado de la escorrentía superficial		N		
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación				ind

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

La práctica presenta un impacto positivo en la productividad del sistema de producción ya que reduce el efecto negativo del viento en los cultivos y animales. Las cortinas rompevientos pueden mermar la contaminación por pesticidas transportados por el viento. Para los demás principios, la práctica es neutral.

El manejo correcto del agua y las prácticas de riego son un componente importante para lograr el objetivo de conciliar aspectos de producción con los de protección.

La disponibilidad oportuna de agua para los cultivos contribuye a garantizar una mayor producción de biomasa, con todas las implicaciones positivas que esto representa, las cuales ya han sido discutidas en el Módulo “Agricultura Conservacionista: un enfoque para producir y conservar” de esta SERIE. Además, tiende a estabilizar la producción y a facilitar la producción extemporánea para lograr mejores precios de comercialización y de menor ocurrencia de plagas y enfermedades.

Por otro lado, el agua mal manejada y el riego mal utilizado pueden contribuir a la lixiviación de nutrientes del perfil del suelo, así como a pérdidas superficiales por erosión. Además, el riego con agua de baja calidad puede generar problemas de deterioro por acumulación de sales en el perfil.

En Costa Rica, principalmente en la Vertiente del Pacífico, la mayor parte de los sistemas de producción se encuentran limitados en sus potencialidades por el largo período sin lluvias, de aproximadamente 5 a 6 meses.

En este período, muchos pequeños agricultores se ven obligados a emigrar a otras zonas en búsqueda de opciones de ingreso. Como la disponibilidad de agua para riego tampoco es grande, las acciones del Proyecto se han orientado al desarrollo de pequeños sistemas de riego (riego artesanal), mediante la utilización de pequeñas fuentes de agua para irrigar, principalmente, áreas con hortalizas (huertos caseros y pequeños cultivos comerciales); almácigos y frutales. Los objetivos principales de esta actividad se describen a continuación:

- crear alguna actividad de producción dentro de la finca durante el período seco o en parte de él, aunque no sea una actividad comercial, con el fin de paliar los severos efectos del período seco sobre la disponibilidad de alimentos de las familias y, en lo posible, generar ingresos.
- posibilitar y acelerar algunos procedimientos tecnológicos, como, por ejemplo, adelantar las siembras con los almácigos mantenidos en el período seco.

En algunos casos extremos, los proyectos de riego tuvieron objetivos secundarios, tales como el de también tener agua en la finca para posibilitar la crianza de animales de corral y hasta hacer posible la construcción de la vivienda en ella.

En total, más de 15 pequeños proyectos se han implementado en las áreas piloto, de los cuales algunos son aquí presentados, principalmente en términos de sus costos, ya que los parámetros de producción y amortización necesitan más tiempo para ser evaluados. (Véase informe final D. Jeldres, 1997).

PROYECTOS DE RIEGO POR GRAVEDAD Y CON RESERVORIOS ESCARBADOS EN TIERRA EN SAN ISIDRO DE HOJANCHA²³

Descripción del problema

Los pequeños agricultores de San Isidro de Hojancha enfrentan un período seco desde mediados de noviembre hasta finales de abril. Muchos de ellos emigran hacia otras zonas en búsqueda de opciones de ingreso en este período, puesto que allí no tienen ninguna actividad de producción.

Sin embargo, dentro del área piloto hay diversas fuentes de agua que podrían ser aprovechadas para pequeños riegos por gravedad, a través de sistemas por aspersión o goteo. Este último es más recomendable en esta zona por la economía de agua que representa. Además, el uso de riego por aspersión mal manejado puede causar erosión al suelo.

Opción técnica seleccionada

Se ejecutaron algunos pequeños proyectos de riego para la siembra de hortalizas y almácigos de café, todos por gravedad, mediante los sistemas de aspersión o goteo. En los sistemas por goteo se utilizaron mangueras goteadoras desechadas por las grandes empresas meloneras luego de un ciclo de utilización, lo cual abarató bastante los costos. Aquí se detallan los costos de tres de ellos.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de San Isidro de Hojancha;
- Piso altitudinal: 450 m.s.n.m.;

23. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Oscar Brenes y Oscar Cid.

- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvias, y 38 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Tipos de suelos: Alfisol, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor.

Resultados obtenidos

Se aprovecharon manantiales ubicados en cotas superiores a las fincas y, a través de mangueras de poliducto de 1', se condujo el agua por gravedad hasta los tanques reservorios escarbados en tierra. Desde estos tanques, el agua sigue por gravedad hasta las áreas de riego, también a través de mangueras de poliducto de 3/4'. En el caso de riego por aspersión, la manguera de 3/4' se conecta a tubos de PVC o mangueras poliducto de 2', donde se acoplan los aspersores, a distancia regulares, de acuerdo con el tipo de aspersor.

En el caso de goteo, la manguera poliducto se acopla a mangueras del tipo tripa, con goteadores.

Los tanques han sido recubiertos por un manto plástico como impermeabilizante. En cada sistema se utilizaron 2 llaves de paso para el control del agua, una ubicada a la salida del tanque y otra a la entrada del sistema de riego (aspersores o goteo). En todos los casos, se utilizó un tubo descompresor ubicado en la salida del tanque, adelante de la llave de paso.

Los costos de cada proyecto son presentados en las Tablas 33, 34 y 35.

Tabla 33: *Costos de instalación de un pequeño proyecto de riego por gravedad y aspersión en San Isidro de Hojancha (caso 1).*

ELEMENTOS DE COSTOS	CANTIDAD	COSTOS (€)		
		UNIT.	TOTAL	%
Construcción del tanque en tierra e instalación del sistema	105 h	120	12 600	11,3
Plástico negro salinero N° 8	48 m ²	336	16 128	14,4
Manguera de 3/4' (3 rollos), tubos de PVC de 1/2' (12 varas), acoples, llaves de paso (2) y aspersores (6)	–	83 000	83 000	74,3
Total de costos	–	–	111 728	100,0

En el caso 1, los costos han sido más elevados, principalmente debido a la calidad del plástico utilizado para impermeabilizar el tanque y el de los demás materiales. En los casos 2 y 3, se procuró abaratar los costos con materiales más sencillos. La capacidad de riego de estos tres proyectos es de más o menos 3 000 m² cada uno.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores han quedado satisfechos con la posibilidad de hacer riego en parte de sus parcelas en el verano. En el caso 1, ya en el primer año el agricultor logró sembrar diversas especies de hortalizas, y produjo culantro y vainica, principalmente. Además, adelantó en cerca de 6 meses un almácigo de café que le permitió trasplantar en las primeras lluvias de mayo y vender los excedentes a los vecinos. El avance de la adopción de esta práctica en la zona demuestra su adecuación y aceptabilidad por parte de los agricultores.

Tabla 34: Costos de instalación de un pequeño proyecto de riego por gravedad y aspersión en San Isidro de Hojancha (caso 2).

ELEMENTOS DE COSTOS	CANTIDAD	COSTOS (€)		
		UNIT.	TOTAL	%
Construcción del tanque en tierra	30 h	160	4 800	8,1
Plástico negro corriente	35 m ²	230	8 050	13,6
Manguera de 3/4'	4 rollos de 90 m	3 800	15 200	25,6
Manguera de 1'	3 rollos de 90 m	5 750	17 250	29,1
Llaves de paso de 1'	2	1 300	2 600	4,4
Filtro de tanque	1	500	500	0,8
Acoples y accesorios			2 000	3,4
Tubo de PVC de 1'	2 m	475	950	1,6
Aspersores	5	620	3 100	5,2
Instalación del sistema	30 h	160	4 800	8,1
Total de costos	–	–	59 250	100,0

Tabla 35: Costos de instalación de un pequeño proyecto de riego por gravedad y goteo en San Isidro de Hojancha (caso 3).

ELEMENTOS DE COSTOS	CANTIDAD	COSTOS (¢)		
		UNIT.	TOTAL	%
Construcción del tanque en tierra	20 h	160	3 200	4,6
Plástico negro corriente	20 m ²	230	4 600	6,6
Manguera de 1'	3 rollos de 90 m	5 750	17 250	24,6
Llaves de paso de 1'	2	1 350	2 700	3,8
Filtro de tanque	1	500	500	0,7
Filtro llave de distribución	1	2 500	2 500	3,6
Manguera goteadora tipo tripa	1 rollo	30 500	30 500	43,4
Conectores - Fideo	50 m	20	1 000	1,4
Acoples y otros accesorios			3 000	4,3
Tubos de 2'	2 m	475	950	1,4
Instalación del sistema	25 h	160	4 000	5,7
Total de costos	–	–	70 200	100,0

Facilidades para realizar la práctica

Los agricultores que nunca trabajaron con riego necesitan de asesoría técnica para implantar el proyecto y utilizarlo con eficiencia, por lo menos durante dos o tres ciclos agrícolas.

La escasez de agua en el período de verano y las pendientes de los terrenos en que se siembran los cultivos, indican el riego por goteo como el más recomendable, principalmente si el cultivo se adapta bien a este sistema y la manguera goteadora se logra a bajo costo. Como ya se ha señalado anteriormente, el riego por aspersión mal manejado puede causar erosión al suelo.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser realizada en aquellas condiciones de relieve en que hay disponibilidad de una fuente de agua, cuyo caudal sea aceptable hasta unos tres meses de iniciado el verano (hasta febrero más o menos) y con una diferencia de cota entre la fuente y el área de riego que permita traer el agua por gravedad y presión suficientes para utilización de aspersión y/o goteo.

El agricultor debe buscar las partes de la finca con menores pendientes para sembrar los cultivos bajo riego. (La Foto 3 muestra un ejemplo de un pequeño proyecto comunal de riego).



Foto 3 . Proyecto comunal de riego por aspersión y gravedad, San Isidro de Hojanca.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 23 se resumen los impactos esperados por la implementación de pequeños proyectos de riego. La práctica presenta un impacto positivo en la productividad del sistema de producción, en razón de que aumenta las posibilidades de producción en el área, en época distinta de la que todos cultivan.

El riego presenta un impacto promedio positivo en la cobertura del terreno, puesto que aumenta y estabiliza la producción de biomasa. En los sistemas de riego con buen manejo del agua (evitando las gotas grandes o el exceso de aplicación de agua) es posible que la infiltración no sea afectada negativamente, pudiendo incluso ser mejorada a través del aumento de la producción de biomasa. Sin embargo, el riego también puede contribuir a la erosión del suelo, principalmente en aquellos sistemas de riego complementario, dentro del período lluvioso y con deficiente manejo de agua. Una lluvia intensa en terreno recién irrigado y/o con costras superficiales causadas por las grandes gotas producidas por los aspersores, puede causar más erosión, puesto que hay menos infiltración y más escorrentía. El comportamiento de la fertilidad del suelo dependerá mucho más del manejo que le dé el agricultor a las fertilizaciones de los cultivos. Los aumentos de biomasa

pueden, por un lado, favorecer el mantenimiento de la materia orgánica y, por el otro, el suelo puede sufrir más lixiviación de nutrientes por un mal manejo del agua de riego.

El comportamiento de la fertilidad del suelo también dependerá de la calidad del agua utilizada para el riego. No se espera grandes impactos por el pequeño riego sobre los niveles de contaminación en el sistema de producción.

Recuadro 23: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+	N	-	
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+	N	-	
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				?
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

PROYECTOS DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA PEQUEÑO RIEGO Y CONSUMO ANIMAL EN LABRADOR DE SAN MATEO²⁴

Descripción del problema

Los pequeños agricultores de Labrador de San Mateo y áreas de influencia enfrentan un período seco desde mediados de noviembre hasta finales de abril. Como el relieve es de un ondulado suave y la red de drenaje es paralela y escasa, muchas fincas pequeñas no poseen una fuente de agua propia. Esta circunstancia elimina cualquier posibilidad de crianza de pequeños o grandes animales por lo cual las posibilidades de producción en verano son casi nulas. Muchos de los arbolitos recién sembrados de los dos frutales más importantes en la zona (mango y marañón) se secan y mueren durante el verano, lo que

24. Principales responsables: Carlos Barboza, Gilberto Palacios, Joel Peraza y Juan Carlos Moya.

causa pérdidas al agricultor y retraso de por lo menos 1 año, hasta el nuevo período de siembra.

Los agricultores tampoco pueden vivir dentro de sus fincas, con todas las desventajas en términos de gestión que esta circunstancia genera; durante el verano, muchos tienen que salir en busca de opciones de ingreso.

Opción técnica seleccionada

Se ejecutaron algunos pequeños proyectos comunales de captación y distribución de agua, para aprovechar manantiales subsuperficiales o superficiales, con estructuras sencillas de recalque, almacenamiento y distribución de agua en las fincas. La utilización de esta agua ha sido prioritariamente para consumo animal (algunas familias que pasaron a vivir en sus fincas también la llegaron a consumir) y pequeños riegos en huertos caseros, sandía y arbolitos frutales, utilizando, principalmente, un sistema de goteo muy sencillo con un "galón perforado".

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

- Ubicación: fincas de Labrador de San Mateo;
- Piso altitudinal: entre 100 y 300 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 345 mm en el período de lluvias y menos de 50 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 26,5 °C;
- Tipos de suelos: Alfisol, de fertilidad media, con horizonte A delgado y un horizonte B argílico.

Resultados obtenidos

En el caso 1, se aprovechó un pozo superficial de carácter artesanal ya parcialmente perforado y se bombeó el agua directamente a un tanque reservorio de 10 m³ construido en una cota más elevada (25 m de diferencia de nivel), a partir del cual el agua se distribuye por gravedad hacia 7 fincas aledañas con diferencias de nivel variables, que componen el grupo de usuarios del agua. Hubo la necesidad de profundizar el pozo y mejorar la estructura externa de este para la colocación y protección de la bomba.

En el caso 2, se aprovechó un manantial superficial perenne durante todo el año, con la construcción de un pequeño tanque (5 m³) de almacenaje para la captación y bombeo hacia un tanque reservorio más grande (15 m³) de almacenaje y distribución por gravedad hacia 10 fincas de los usuarios.

Para evitar diferencias excesivas de presión y caudal entre las fincas, por las diferencias de cotas entre ellas, se instalaron llaves de paso y salidas independientes, desde los tanques reservorios.

En ambos casos, los tanques han sido construidos en ladrillos (bloques) y cemento. Para conducir el agua se utilizó mangueras del tipo poliducto de varios diámetros, según la función y caudal. En el recalque se empleó un modelo de bomba centrífuga con motor de gasolina, de 5 HP y 3 600 rpm.

Los costos de cada proyecto son presentados en la Tabla 36. Se observa que los costos entre los dos proyectos fueron similares, tomándose en cuenta la dimensión de cada uno de ellos y la época de ejecución. En el caso 1, el costo por agricultor fue de ₡47 006,28 equivalentes a US\$307,23; mientras en el caso 2, el costo por agricultor fue de ₡50 229,20, equivalentes a US\$302,60 de la época, con un tipo de cambio de \$ a ₡ 153,00, en el caso 1, y 165,99 en el caso 2.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores han quedado más que satisfechos con la posibilidad de tener agua en sus fincas, de poder tener animales y hacer pequeños riegos. El agua, en este caso, sirvió como un fuerte motivo de aglutinación de los agricultores.

Facilidades para realizar la práctica

Los agricultores que nunca trabajaron con riego necesitan de asesoría técnica para implantar el proyecto y utilizarlo con eficiencia, por lo menos durante dos o tres ciclos agrícolas. La escasez de agua en el período de verano indica el riego por goteo como el más recomendable, principalmente en frutales y sandía. Como ya se ha señalado anteriormente, el riego por aspersión mal manejado puede erosionar el suelo.

Por los costos relativamente elevados para pequeños agricultores, la práctica solo se hace más viable de forma comunal, con costos compartidos, mediante el empleo de materiales más sencillos. Cabe señalar que en ambos proyectos el tanque reservorio de almacenaje y

distribución podría ser construido en tierra e impermeabilizado con manta plástica, lo cual reduciría su costo en un 85 por ciento. La decisión en este caso partió de los agricultores, quizás pensando en tener el agua en sus fincas también para consumo humano.

Tabla 36: Costos de instalación de 2 pequeños proyectos de captación y distribución de agua para riego y consumo animal en Labrador de San Mateo.

Elementos de costos	Caso 1		Caso 2	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
AMPLIACIÓN DEL POZO				
- Mano de obra	154 h	19 250		
- Material de construcción	varios	6 827		
- Impuestos sobre el material	-	500		
- Fletes	-	5 400		
CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE				
- Mano de obra contratada	-	16 270	-	-
- de los agricultores	195 h	24 375	752 h	122 576
- Material de construcción	varios	46 217	varios	107 545
- Impuestos sobre el material	-	4 921	no ident.	-
- Fletes	5	10 000	1	3 000
Costos de bomba e instalación				
- Motobomba	1	77 481	1	94 241
- Materiales para plataforma	varios	11 575	varios	23 430
- Impuestos	-	-	no ident.	-
Costos para conducción				
- Mano de obra	45 h	5 625	contrato	10 000
- Mangueras de 2'	280 m	41 076	250 m	40 250
- Mangueras de 1 1/2'	200 m	19 120	300 m	31 500
- Mangueras de 3/4'	90 m	7 148	250 m	21 250
- Mangueras de 1/2'	193 m	6 301	500 m	20 500
- Accesorios	varios	19 594	varios	28 000
- Impuestos	-	7 364	no ident.	-
COSTOS TOTALES	-	329 044	-	502 292

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser realizada en aquellas condiciones en que haya disponibilidad de una fuente de agua, cuyo caudal sea aceptable durante el verano y diferencias de cota que permitan elevar y distribuir el agua por gravedad. Si hay fuentes perennes que permiten todo el proceso por gravedad, se reducen los costos de bombeo.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 24, se resumen los impactos esperados por la implementación de estos pequeños proyectos de distribución de agua y riego. La práctica presenta un impacto positivo en la productividad del sistema de producción, lo cual aumenta las posibilidades de producción en el área (frutales, huertos, almácigos, animales domésticos).

El riego presenta un impacto promedio positivo en la cobertura del terreno, puesto que aumenta y estabiliza la producción de biomasa. En los sistemas de riego con buen manejo del agua (evitando las gotas grandes o el exceso de aplicación de agua) es posible que la infiltración no sea afectada negativamente, pudiendo incluso ser mejorada a través del aumento de la producción de biomasa. Sin embargo, el riego también puede contribuir a la erosión del suelo, principalmente en aquellos sistemas de riego complementario, dentro del período lluvioso y con deficiente manejo de agua. Una lluvia intensa en terreno recién irrigado y/o con costras superficiales causadas por las grandes gotas producidas por los aspersores, puede causar más erosión, puesto que hay menos infiltración y más escorrentía. El comportamiento de la fertilidad del suelo dependerá mucho más del manejo que le dé el agricultor a las fertilizaciones de los cultivos. Los aumentos de biomasa pueden, por un lado, favorecer el mantenimiento de la materia orgánica y, por el otro, el suelo puede sufrir más lixiviación de nutrientes por un mal manejo del agua de riego.

El comportamiento de la fertilidad del suelo también dependerá de la calidad del agua utilizada para el riego. No se espera grandes impactos por el pequeño riego en los niveles de contaminación en el sistema de producción.

Recuadro 24: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	+			
Aumento de la infiltración del agua	+	N	-	
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+	N	-	
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica				?
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

Las condiciones generales de precipitación pluviométrica de Costa Rica, con un promedio anual que supera los 2 500 mm, concentrados en 6 a 7 meses del año, y las condiciones de relieve, con un 45 por ciento del territorio nacional arriba del 8 por ciento de pendiente, son factores que, aunados a la profundidad de los suelos, contribuyen fuertemente al fomento de la escorrentía.

Aunque los sistemas de producción estén mejorados y manejados adecuadamente en cuanto a la cobertura vegetal y la infiltración del agua, habrá eventos pluviométricos, combinados con la condición de saturación del suelo en lluvias anteriores, que pueden generar considerable escorrentía superficial.

Por eso, en la planificación de la agricultura conservacionista, también es necesario tomar en cuenta las prácticas físicas. Cabe señalar que estas prácticas cumplen el papel de controlar la "escorrentía", y de remediar una situación que ya está en su fase final; es decir, un proceso erosivo que ya ocurrió (véase Módulo "Agricultura Conservacionista: enfoque para producir y conservar" de esta SERIE). Por ende, las prácticas físicas deben ser consideradas como complementarias en la planificación participativa desde el enfoque de la agricultura conservacionista. Lo anterior no quita la importancia de este tipo de práctica, sino que les atribuye el papel correspondiente para el cual están diseñadas y que les es factible de cumplir.

En este sentido, una serie de prácticas ya conocidas pueden ser planificadas y ejecutadas.

La mayoría de estas prácticas están presentadas y discutidas detalladamente en el *Manual de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas* (Cubero, 1994), razón por lo cual en este Módulo II-7 se presentan más detalladamente los costos para la ejecución, como un complemento a dicho Manual.

LABORES AGRÍCOLAS A CONTORNO²⁵

Descripción del problema

En la agricultura de ladera, en climas tropicales lluviosos, los agricultores deben estar siempre preocupados en promover prácticas para mejorar la infiltración del agua en el perfil, el almacenamiento temporario de los volúmenes sobrantes cerca de los puntos en que son producidos y el control de la velocidad de la escorrentía.

25. Principales responsables: Equipo técnico del Proyecto.

Opción técnica seleccionada

La ejecución de las labores agrícolas a contorno (labranza, siembra, control de malezas, entre otros) es la práctica conservacionista quizás más antigua y la más utilizada. (véase Foto 4).

Las labores a contorno hacen que la rugosidad superficial del suelo también presente una tendencia en el mismo sentido, lo cual ayuda a formar pequeños reservorios que son



Foto 4. Siembra en contorno de cultivos de cebolla y papa, Tierra Blanca.

capaces de almacenar temporalmente volúmenes de agua no infiltrados, que retarda su desplazamiento pendiente abajo, dando más tiempo para que la infiltración ocurra. Además, las pequeñas barreras, entre estos reservorios, sirven para reducir la velocidad de los primeros flujos superficiales.

Cabe señalar que la ejecución de labores a contorno no es lo mismo que la ejecución de labores “contra la pendiente”, como algunos confunden aún. Laborear a contorno significa trabajar siguiendo las líneas de nivel del terreno según un plan predeterminado, aunque se acepta como a contorno aquellos pequeños gradientes dados a la dirección de la labor, con el objetivo de no dejar excesos de agua estancada o de humedad. Al contrario, labor “contra la pendiente” es la ejecución de los trabajos agrícolas contra la dirección de la pendiente, empero, sin seguir al detalle las curvas de nivel del terreno. En Costa Rica hay muchas áreas de café y otros cultivos sembrados contra la pendiente, pero no a contorno.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica de laborear a contorno se puede ejecutar en cualquier situación; no obstante, se torna más difícil en la medida en que aumentan las pendientes.

Resultados obtenidos

Se presentan los costos de trazado de líneas a nivel para la ejecución de labores a contorno. Como un promedio de diversos casos se ha gastado aproximadamente 3,5 h hombre/ha

para preparar estacas y trazar las líneas a contorno, considerando un promedio de 400 m de trazado/ha y trabajándose con un codal de 2 m de ancho. A un costo promedio de ¢150/h, totalizan ¢525/ha.

Evaluación por los agricultores

La práctica en algunas comunidades era relativamente nueva (Jauurí de La Fortuna, por ejemplo) y los agricultores han sido capacitados para hacer propiamente los trazados mediante el uso del codal (caballete). En otras comunidades empezaron a corregir los trazados contra la pendiente en trazados a contorno (San Isidro de Hojancha, por ejemplo).

Facilidades para realizar la práctica

Si el agricultor siembra barreras vivas a contorno o construye acequias a contorno en las áreas de cultivos anuales, estas sirven como una guía para las labores a contorno en los años siguientes. En las áreas de cultivos permanentes, el trazado también se resume al inicio del cultivo. Después, las propias líneas del cultivo sirven como la guía para otras labores a contorno.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La práctica puede ser utilizada en áreas de cultivos anuales y perennes. Es más difícil su empleo en pendientes muy fuertes.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 25 se resumen los impactos esperados por la implementación de la práctica.

La práctica contribuye a aumentar la infiltración en el terreno, a reducir la escorrentía y la contaminación por sedimentos. Para los demás principios, puede ser considerada como neutral, aunque pueda haber un efecto positivo indirecto en la fertilidad a largo plazo.

Recuadro 25: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*		N		
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	ind			
Evitar o reducir la contaminación	+			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

ACEQUIAS DE LADERA EN SAN ISIDRO DE HOJANCHA Y ALTOS DE NARANJO²⁶

Descripción del problema

Tal como ya ha sido descrito anteriormente, en la gran mayoría de las situaciones agroecológicas de Costa Rica y en cualquier sistema de producción, se puede predecir la ocurrencia de escorrentía superficial, aunque con buena cobertura del suelo e infiltración del agua. El agua que no logra infiltrarse en los suelos de ladera puede causar graves daños si no está manejada y controlada adecuadamente.

Opción técnica seleccionada

La acequia de ladera (también denominada como zanja de ladera) consiste en una práctica sencilla y relativamente barata, destinada a recolectar la escorrentía superficial, encauzarla y transportarla de manera segura hasta un determinado punto en que pueda evacuarse sin causar daños a la tierra agrícola. Además, la acequia de ladera, con una pendiente entre 1 y 3 por ciento, sirve de orientación para las líneas de siembra.

26. Principales responsables: Ana Lucía Ureña, Asdrúbal Campos, Jeroen Rijniers, Juan Bautista Fernández, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Condiciones de ejecución de la práctica

La práctica se ha llevado a cabo en las siguientes condiciones:

Caso 1

- Ubicación: fincas situadas en San Isidro y Alto Socorro de Hojancha;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvioso y 38 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 30 y 35 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor. Son terrenos muy deteriorados por años de uso con ganadería extensiva mal manejada.

Caso 2

- Ubicación: fincas situadas en Altos de Naranjo de Atenas;
- Piso altitudinal: entre 900 y 1350 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 276 mm entre mayo y octubre;
- Temperatura promedio: 22,5 °C;
- Pendientes del terreno: 85 por ciento del área posee pendientes >30 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles, con características ándicas y fertilidad de media a baja, con mayores problemas por las fertilizaciones no balanceadas durante muchos años.

Resultados obtenidos

En San Isidro de Hojancha se evaluó la construcción de acequias de ladera en diversas fincas, en suelos del tipo Alfisol, arcilloso, en pendientes que varían entre 30 y 35 por ciento.

Las evaluaciones de costos son presentadas en la Tabla 37. El largo total evaluado fue de 1 551 metros lineales de acequias, con 186,68 m³ de movimiento de suelo, construidas, básicamente con pico, pala y palín. Así, las dimensiones promedio de la acequia fueron de aproximadamente 30 cm de ancho en el fondo, 40 cm de ancho en el borde y 35 cm de profundidad.

Los mismos agricultores, mediante el uso del arado con bueyes para romper el suelo y haciendo el acabado de la acequia con la pala y palín, redujeron los costos de construcción para ₡14,26/metro lineal o ₡118,80/m³, y aumentaron el rendimiento de trabajo para 14,20 metros lineales/hora o 1,71 m³/hora.

Tabla 37: *Costos promedios de construcción de acequias de ladera en fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojanca.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (₡)	
		UNIT	TOTAL
Mano de obra para trazado	13,0 h	150	1 950
Mano de obra para construcción	166,5 h	150	24 975
Costo total de la acequia			26 925
Costo por metro lineal de acequia			17,36
Costo por metro cúbico de suelo movilizado			144,23
Rendimiento de la mano de obra en metros lineales de acequia por hora de trabajo			8,64
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			1,04

En la Tabla 38 se pueden observar los costos para la construcción de acequias de ladera en Altos de Naranjo de Atenas.

Tabla 38: *Costos de construcción de acequia de ladera en Altos de Naranjo de Atenas.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (₡)	
		UNIT	TOTAL
Mano de obra para trazado	0,5 h	170	85
Mano de obra para construcción	5,0 h	170	850
Costo total de la acequia			935
Costo por metro lineal de acequia			10,16
Costo por metro cúbico de suelo movilizado			58,07
Rendimiento de la mano de obra en metros lineales de acequia por hora de trabajo			16,73
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			2,93

Los costos para la construcción de acequias de ladera en Altos de Naranjo de Atenas fueron evaluados en suelo de la Orden Inceptisol, de origen volcánico, con un 48 por ciento de pendiente. Las dimensiones de la acequia construida fueron de 92 metros de largo, 50 cm de ancho y 35 cm de profundidad, con 16,1 m³ de suelo movilizado.

Los costos más bajos y el mayor rendimiento en comparación con la situación de San Isidro y Alto Socorro de Hojancha puede ser atribuida al tipo de suelo. El suelo de origen volcánico presenta textura liviana y solo con una pala ancha se puede construir rápidamente la acequia.

Evaluación por los agricultores

Los agricultores quedaron satisfechos con la práctica, principalmente en función de los siguientes motivos:

- Mayor facilidad para sembrar a contorno.
- Control de la escorrentía.

Facilidades para realizar la práctica

Las acequias pueden ser realizadas por agricultores de cualquier capacidad económica, basta con que haya disponibilidad de mano de obra y herramientas sencillas. Sin embargo, para aquellos que no disponen de suficiente mano de obra, las acequias pueden ser construidas en etapas. Cabe señalar que la construcción de la acequia siempre debe empezar por el lado donde se evacuará el agua, principalmente en aquellos casos cuando se construye en el período lluvioso y por etapas. De no ser así, la parte construida capta la escorrentía y al no existir un punto de evacuación, se desbordará y causará más daños al área de cultivos.

Otro aspecto muy importante de tomar en cuenta en la construcción de acequias de ladera, es la protección del punto de evacuación. De manera general, este debe estar bien protegido con vegetación que "amarre" bien el suelo y/o con piedras. Si el punto no está bien protegido, pueden formarse cárcavas que avancen progresivamente hacia el canal de la acequia.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente es una práctica para ser empleada en las áreas de cultivos anuales y perennes. La experiencia ha demostrado que la pendiente del canal de la acequia debe ser de un 1 por ciento y como un máximo 3 por ciento. En los suelos de textura más liviana, con un 4 por ciento, hay erosión en el canal de la acequia, causado por el desplazamiento muy rápido de la escorrentía.

Las acequias construidas en suelos de origen volcánico, con texturas livianas, deben siempre tener el talud superior protegido por una barrera viva, como forma de evitar derrumbes, lo cual puede causar el taponamiento del canal con consecuente desbordamiento y daños al área de cultivo. Además, requiere más mantenimiento. Con el mismo propósito, en estos suelos las acequias deben ser menos profundas y más anchas.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

Las acequias de ladera básicamente presentan un efecto positivo en el control de la escorrentía. Para los demás principios, ella es prácticamente neutral. Cabe considerar que si el área tratada con acequias no recibe un buen manejo del suelo para aumentar la cobertura del terreno y la infiltración del agua, la acequia puede aumentar la contaminación de los cursos de agua, por acelerar la llegada de los sedimentos hacia ellos.

En el Recuadro 26 se presentan los impactos esperados por la ejecución de acequias de ladera, según los principios de agricultura conservacionista.

Recuadro 26: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*		N		
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua		N		
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación		N		

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

GAVETAS DE INFILTRACIÓN EN CAFETALES EN ALTOS DE NARANJO DE ATENAS²⁷

Descripción del problema

Las áreas cafetaleras de ladera en Costa Rica normalmente producen escorrentía, ya sea por la poca cobertura vegetal del terreno, la pendiente, la profundidad del suelo, entre otros. Como las pendientes son pronunciadas y la población de café está alrededor de 5 000 a 6 000 plantas/ha, es difícil encontrar una planta que, sembrada en asocio con café, pueda cubrir eficientemente el terreno; no competir con el café y, a la vez, permitir el manejo de la plantación por el productor.

Opción técnica seleccionada

En razón de lo anterior, muchos agricultores que producen café en áreas de laderas procuran aumentar la infiltración del agua en el suelo a través de la construcción de "gavetas de infiltración". La gaveta consiste en una excavación rectangular con dimensiones variables, construidas en las calles de la plantación con distancias que varían entre 2 y 5 metros una de otra, dentro de la calle. Se construyen en calles seguidas o a cada 2, 3, 5 y hasta 10 calles. El suelo removido es acomodado al lado inferior de la gaveta.

No se trata de una opción que ha sido fomentada por el Proyecto, sino de una selección de los agricultores. El Proyecto no la ha recomendado o ha fomentado, por entender que se trata de una técnica que mueve mucho suelo y puede, incluso, facilitar el transporte de este pendiente abajo.

Asimismo, estas gavetas pueden ser construidas en el cauce de las acequias de ladera para reducir la velocidad de la escorrentía y provocar la sedimentación del suelo transportado.

Condiciones de ejecución de la práctica

Las gavetas de infiltración han sido ejecutadas por algunos agricultores de Altos de Naranjo de Atenas, en donde las condiciones predominantes se presentan a continuación:

- Ubicación: fincas situadas en Altos de Naranjo de Atenas;
- Piso altitudinal: entre 900 y 1 350 m.s.n.m.;

27. Principales responsables: Ana Lucía Ureña y Juan Bautista Fernández.

- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 276 mm entre mayo y octubre;
- Temperatura promedio: 22,5 °C;
- Pendientes del terreno: 85 por ciento del área posee pendientes >30 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles con características ándicas, con fertilidad de mediana a baja, con mayores problemas por las fertilizaciones no balanceadas durante muchos años.

Resultados obtenidos

En el primer caso evaluado, se construyeron gavetas de infiltración de 1,70 m de largo x 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad, con herramientas sencillas como pala y palín. El volumen de suelo removido por gaveta fue de 0,20 m³.

En el segundo caso, se construyeron gavetas de 1,75 m de largo x 50 cm de ancho y 50 cm de profundidad, con un volumen de suelo removido por gaveta de 0,44 m³. El detalle de los costos se presenta en la Tabla 39.

Tabla 39: Costos promedios de construcción de gavetas de infiltración en fincas de Altos de Naranjo de Atenas.

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (¢)	
		UNIT	TOTAL
<i>Caso 1: 22 gavetas pendiente de 62 por ciento</i>			
Mano de obra para construcción (22 gavetas)	6,0 h	170	1 020
Costo total			1 020
Costo por gaveta			46,36
Costo por metro cúbico de suelo movido			227,27
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			0,75
<i>Caso 2: 16 gavetas de infiltración en el cauce de acequias de ladera</i>			
Mano de obra para construcción (16 gavetas)	6,0 h	170	1 020
Costo total			1 020
Costo por gaveta			63,75
Costo por metro cúbico de suelo movido			145,71
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			1,17

Evaluación por los agricultores

A muchos agricultores les gusta la práctica. Otros piensan que ellas dificultan las operaciones de manejo del cafetal. Desde el punto de vista de infiltración del agua, las gavetas cumplen un papel de almacenaje temporal del agua sobrante sobre la superficie, lo cual aumenta el tiempo disponible para que ella se infiltre aun dentro del área.

Facilidades para realizar la práctica

Las gavetas pueden ser construidas por agricultores de cualquier capacidad económica, basta con que haya disponibilidad de mano de obra y herramientas sencillas. Sin embargo, para aquellos que no disponen de suficiente mano de obra, pueden construirlas por etapas.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente, es una práctica para ser utilizada en las áreas de cultivos perennes y en suelos con buena capacidad de infiltración.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

No se conoce el efecto de las gavetas de infiltración en la productividad. En relación con la infiltración y la escorrentía, presentan un impacto positivo. La contaminación de las aguas por sedimentos podría ser afectada indirectamente, ya que gran parte de los sedimentos quedan retenidos en las gavetas. Para los demás principios, la práctica es neutral. En el Recuadro 27 se resumen los impactos esperados.

Recuadro 27: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*				?
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación			ind	

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

TERRAZAS INDIVIDUALES DE BANCO PARA FRUTALES EN SAN ISIDRO DE HOJANCHA²⁸

Descripción del problema

En zonas de ladera con fincas pequeñas, el cultivo de frutales arbóreos puede ser una opción adecuada desde el punto de vista de uso de la tierra y, a la vez, rentable para el agricultor. Sin embargo, en estas condiciones de relieve es común la baja infiltración del agua en el perfil y el lavado de los fertilizantes aplicados en la superficie.

Opción técnica seleccionada

Las terrazas individuales de banco es una práctica muy sencilla de ser ejecutada y contribuye para retener más agua en la zona radicular del arbolito y evitar la pérdida de fertilizantes aplicados.

Condiciones de ejecución de la práctica

Las terrazas han sido construidas por algunos agricultores que siembran frutales en San Isidro y Alto Socorro de Hojancha, en donde las condiciones predominantes se presentan a continuación:

- Ubicación: fincas situadas en San Isidro y Alto Socorro de Hojancha;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvioso y 38 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 20 y 40 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor. Son terrenos muy deteriorados por años de uso con ganadería extensiva mal manejada.

28. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Jeroen Rijniers, Juan Bautista Méndez, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Resultados obtenidos

Se construyeron 21 terrazas individuales de banco de forma circular, con 1,50 m de diámetro promedio y 0,12 m³ de suelo removido por terraza (corte + relleno).

Los costos de construcción se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40: *Costos de construcción de pequeñas terrazas individuales de banco para frutales arbóreos en San Isidro de Hojanca.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (¢)	
		UNIT	TOTAL
Mano de obra para construcción	13,0 h	150	1 950
Costo total			1 950
Costo por metro cúbico de suelo movido			773,80
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			0,19

Los costos fueron relativamente elevados por el bajo rendimiento de trabajo obtenido. En este caso, las terrazas han sido construidas en suelo húmedo y plástico. Como se trata de un suelo muy arcilloso en el horizonte B, el rendimiento de trabajo ha sido perjudicado.

Evaluación por los agricultores

Para los agricultores que siembran frutales arbóreos en zonas de ladera, principalmente en las zonas con un período seco determinado, las terrazas individuales de banco pueden contribuir a reducir la escorrentía y aumentar la infiltración. De hecho, normalmente ellos ya utilizan terrazas individuales cuando siembran sus arbolitos, solamente que las hacen muy pequeñas. El agricultor evaluó que en la terraza más grande es más fácil fertilizar el arbolito.

Facilidades para realizar la práctica

Las terrazas individuales de banco son factibles para estas áreas pequeñas sembradas con frutales arbóreos. La construcción y mantenimiento de las terrazas no presentan costos externos a la finca y son aceptables para los pequeños agricultores.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente, es una práctica para ser utilizada en las áreas pequeñas y para cultivos específicos. Los perfiles de suelo deben ser suficientemente profundos para permitir el corte del talud y aun tener suelo que permita buena infiltración del agua y crecimiento radicular del árbol. En terrenos que presentan problemas de capas poco permeables en el perfil del suelo y con tendencias a la erosión por deslizamientos de masa (derrumbes), esta práctica no sería recomendable.

En terrenos con piedras superficiales, estas pueden ser utilizadas en la parte inferior de las terrazas para soportar y conformar el talud del relleno.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 28 se resumen los impactos esperados por la construcción de terrazas individuales de banco. Esta práctica tiende a mostrar el mismo comportamiento de una terraza de banco continua. Sin embargo, por su pequeña extensión en relación con la dimensión del área, los impactos esperados son proporcionalmente menores.

Se espera un aumento de la productividad del cultivo, principalmente por un mejor aprovechamiento de agua y de los fertilizantes aplicados.

No se espera un impacto en la cobertura del terreno. La infiltración de agua es más grande en esta área, si se compara con las áreas de pendiente normal en el terreno aledaño; sin embargo, por la pequeña dimensión de las terrazas en relación con el área total, el impacto sobre la escorrentía del área puede ser considerada como despreciable.

Se espera un aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo del área de cada terraza, puesto que a largo plazo se pierden menos nutrientes. Por otro lado, cabe señalar que el área de corte de la terraza puede ser menos fértil que las áreas aledañas no movilizadas. Por ende, el impacto en la fertilidad depende del tipo de suelo, sobre todo la fertilidad de los horizontes subsuperficiales, y de las fertilizaciones que se hagan.

Podrá haber un pequeño impacto en la contaminación si se reducen los nutrientes perdidos en la escorrentía.

Recuadro 28: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind	N		
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N	-	
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

TERRAZAS DE BANCO PARA TOMATE EN ALTOS DE NARANJO DE ATENAS²⁹

Descripción del problema

En ciertas áreas del país, la presión por la tierra está haciendo que los agricultores siembren pequeñas áreas de fuertes pendientes con cultivos que exigen gran cantidad de mano de obra para su manejo diario. Además, son cultivos que proporcionan poca cobertura al terreno y requieren, a veces, gran cantidad de aplicaciones de pesticidas. Entre estos cultivos están la cebolla, el tomate y el chile dulce.

En estas circunstancias, la erosión es muy severa y los residuos de los productos son fácilmente lavados hasta los cursos de agua. Los productores sufren demasiado para manejar el cultivo diariamente, por lo incómodo de trabajar en pendientes muy fuertes.

Opción técnica seleccionada

En razón de lo anterior, algunos agricultores se dispusieron a construir pequeñas terrazas de banco, principalmente con los objetivos de tener una superficie más favorable para trabajar, aumentar la infiltración y evitar el lavado hacia los cursos de agua de los productos aplicados en el cultivo.

29. Principales responsables: Ana Lucía Ureña y Juan Bautista Fernández.

Condiciones de ejecución de la práctica

Las terrazas han sido construidas por algunos agricultores que siembran tomate en Altos de Naranjo de Atenas, en donde las condiciones predominantes se presentan a continuación:

- Ubicación: fincas situadas en Altos de Naranjo de Atenas;
- Piso altitudinal: entre 900 y 1 350 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 276 mm entre mayo y octubre;
- Temperatura promedio: 22,5 °C;
- Pendientes del terreno: 85 por ciento del área posee pendientes >30 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente inceptisoles con características ándicas, con fertilidad de media a baja, con mayores problemas por las fertilizaciones no balanceadas durante muchos años.

Resultados obtenidos

Se construyeron terrazas de 1,25 m hasta 1,50 m de ancho para acomodar una hilera de tomate por terraza, con taludes que variaron de un 30 cm hasta un 50 cm de altura, de acuerdo con la pendiente. El trazado se hizo con el codal y la construcción con pala y palín. En el caso en que se evaluaron los costos, se construyeron 240 m lineales de terraza en un terreno con un 27 por ciento de pendiente promedio, con un ancho promedio de 1,45 m y un talud de 0,40 m (0,20 m de corte y 0,20 m de relleno). En este caso, el volumen de suelo movido fue de aproximadamente 34,8 m³, considerando la zona de corte y la zona de relleno, ya que también esta parte necesita ser trabajada (compactada, nivelada, etc.).

Los costos de construcción se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41: *Costos de construcción de pequeñas terrazas de banco para tomate en fincas de Altos de Naranjo de Atenas.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (¢)	
		UNIT	TOTAL
Mano de obra para construcción	24,0 h	150	3 600
Costo total			3 600
Costo por metro cúbico de suelo movido			103,45
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			1,45

Evaluación por los agricultores

Para los agricultores que siembran tomate en laderas, esta práctica los favorece, principalmente porque facilita su trabajo diario.

Facilidades para realizar la práctica

Las terrazas de banco son factibles para estas áreas pequeñas sembradas con estos cultivos, cuya rentabilidad por área es elevada. En realidad, la construcción y mantenimiento de las terrazas construidas de esta manera no presenta costos demasiados altos. Los costos son aceptables para los pequeños agricultores. Sin embargo, los agricultores no pensarían construir este tipo de obra en áreas más grandes para sembrar cultivos de más baja rentabilidad o que utilizan poca mano de obra para su manejo.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente, es una práctica para ser empleada en las áreas pequeñas y para cultivos específicos. Los perfiles de suelo deben ser suficientemente profundos para permitir el corte del talud y aun tener suelo que permita una buena infiltración del agua y el crecimiento radicular del cultivo. En terrenos que presentan problemas de capas poco permeables en el perfil del suelo y con tendencias a la erosión por deslizamientos de masa (derrumbes), esta práctica no es recomendable.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 29 se resumen los impactos esperados por la construcción de terrazas de banco. Ellas facilitan y aumentan el rendimiento de trabajo del agricultor si es comparado con un área de ladera con el mismo cultivo. Se espera un aumento de la productividad del cultivo, principalmente por un mejor aprovechamiento de agua y de los fertilizantes aplicados.

No se espera un impacto en la cobertura del terreno, pero la infiltración del agua es mayor en el área con terrazas, si se compara con la misma área sin las terrazas, principalmente por el cambio de pendiente del terreno. El impacto en la escorrentía del área es indirecto, por el aumento de la infiltración.

Se espera un aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo de las terrazas, puesto que a largo plazo se pierden menos nutrientes. Por otro lado, cabe señalar que el área de corte de la terraza puede ser menos fértil que las áreas no movilizadas. Por ende, el impacto en la fertilidad depende del tipo de suelo, sobre todo la fertilidad de los horizontes subsuperficiales, y de las fertilizaciones que se hagan.

Se espera un impacto apreciable en la contaminación, puesto que se reduce el transporte de sedimentos, nutrientes y otros agroquímicos hacia los manantiales.

Recuadro 29: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	+			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	ind			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

TERRAZAS DE HUERTO EN CAFETALES EN SAN ISIDRO DE HOJANCHA³⁰

Descripción del problema

En algunas áreas de ladera de la Península de Nicoya, ubicadas arriba de los 400 m.s.n.m., se está sembrando y produciendo café en pequeñas fincas, como una forma de dar una utilización más adecuada, eficiente y rentable a la tierra. Sin embargo, las condiciones agroecológicas son muy diferentes de las del Valle Central. Los suelos son más limitados en fertilidad y mucho más arcillosos, las temperaturas promedio son más elevadas y el déficit hídrico más severo.

30. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Juan Bautista Méndez, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Además, los promedios mensuales de precipitación arriba de 250 mm durante el período lluvioso determinan un alto riesgo de erosión.

Opción técnica seleccionada

En razón de lo anterior, algunos agricultores se dispusieron a construir pequeñas terrazas de huerto a contorno para la siembra de las líneas de café, dejando la calle con la superficie original del terreno. Ello con los objetivos principales de tener una superficie plana para aumentar la infiltración del agua, facilitar las operaciones de cosecha, depositar el fertilizante y evitar el lavado de este.

Condiciones de ejecución de la práctica

Las terrazas han sido construidas por algunos agricultores que siembran café en San Isidro y Alto Socorro de Hojancha, en donde las condiciones predominantes se presentan a continuación:

- Ubicación: fincas situadas en San Isidro y Alto Socorro de Hojancha;
- Piso altitudinal: entre 450 y 800 m.s.n.m.;
- Distribución de lluvias: promedios mensuales de 325 mm en el período de lluvioso, y 38 mm en el período seco;
- Temperatura promedio: 27,2 °C;
- Pendientes del terreno: variaron entre el 20 y 40 por ciento;
- Tipos de suelos: predominantemente alfisoles, de fertilidad media, con mayores deficiencias de P y K. El horizonte A es franco arcilloso, muy delgado, con 5 a 10 cm de espesor y el horizonte Bt es arcilloso, con más de 60 cm de espesor. Son terrenos muy deteriorados por años de uso con ganadería extensiva mal manejada.

Resultados obtenidos

Se construyeron terrazas de 1,0 m de ancho promedio, con un pequeño talud de 15 a 20 cm, a través de 3 pasadas de arado de vertedera de tracción animal. El acabado se hizo con pala y palín. Para el trazado se utilizó el codal.

En el caso en que se evaluaron los costos, se construyeron 2 487 m lineales de terrazas en terreno con una pendiente promedio de 25 por ciento. Los costos de construcción se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42: *Costos de construcción de pequeñas terrazas de huerto para la siembra de café en fincas de San Isidro y Alto Socorro de Hojancha.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (¢)	
		UNIT	TOTAL
Arada con vertedera y bueyes (2 hombres + 2 bueyes = 4 jornaleros)	37,0 h	600	22 200
Mano de obra para acabado a pala	105,0 h	150	15 750
Costo total			37 950
Costo por metro cúbico de suelo movido			152,60
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de suelo por hora de trabajo			1,75

Evaluación por los agricultores

La práctica debe seguir siendo evaluada en los años venideros, pero los agricultores que las ejecutaron ven como ventajoso el aspecto de hacer las fertilizaciones en área plana, así como lo será el trabajo de recolección.

Facilidades para realizar la práctica

Las terrazas de huerto, tal como han sido construidas en los cafetales, son factibles apenas en aquellos casos en que los agricultores disponen de mano de obra y animales de tracción y las áreas de siembra no son muy grandes.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente, es una práctica para ser utilizada en áreas pequeñas. Los perfiles de suelo deben ser suficientemente profundos para permitir el corte del talud y aun tener suelo que permita buena infiltración del agua y crecimiento radicular del cultivo. En terrenos que presentan problemas de capas poco permeables en el perfil del suelo y con tendencias a la erosión por deslizamientos de masa (derrumbes), esta práctica no sería recomendable.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 30 se muestran los impactos esperados por la aplicación de esta práctica. Las terrazas de huerto facilitan y aumentan el rendimiento del trabajo del agricultor si es comparado con un área de ladera con el mismo cultivo. Por otro lado, aumentan los costos de instalación del cultivo. Como no hay datos de largo plazo sobre los rendimientos del café, el impacto en el principio de productividad es dudoso. En relación con la infiltración presenta un impacto positivo. En la escorrentía y la contaminación de las aguas por pesticidas, puede presentar un impacto positivo indirecto. En relación con la fertilidad, el impacto puede ser positivo por el mejor aprovechamiento de los fertilizantes; sin embargo, la práctica expone el horizonte B arcilloso, más pobre, y el impacto a corto plazo puede ser negativo. En cuanto el aumento de la cobertura vegetal del terreno la práctica es neutral.

Cabe señalar que en razón de que el suelo entre terrazas no es removido, hay menor pérdida de terreno que en el caso de las terrazas de banco completas en toda el área. Asimismo, hay la posibilidad de que el terreno no removido entre las terrazas sea sembrado con otro cultivo en socio.

Recuadro 30: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*				?
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua	+			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial			ind	
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	+		-	
Evitar o reducir la contaminación			ind	

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

MUROS DE PIEDRA EN LABRADOR DE SAN MATEO³¹

Descripción del problema

Algunas fincas presentan una cantidad apreciable de piedras en la superficie del suelo o semienterradas en la capa arable. Esta situación conlleva a los problemas que se describen a continuación:

- El agricultor no puede arar su terreno de manera eficiente;
- La labranza con tracción animal es difícil tanto para los animales como para el agricultor;
- Dependiendo de la cantidad y tamaño de las piedras, un área apreciable de terreno no se cultiva;
- Las piedras en la superficie son áreas impermeables, así que la precipitación por área es más intensa si se considera apenas la superficie efectiva de suelo por donde el agua puede infiltrarse.

Por otro lado, en las áreas de ladera casi siempre hay la producción de escorrentía superficial, tal como ha sido discutido anteriormente.

Opción técnica seleccionada

Si el agricultor recolecta las piedras del terreno y las acomoda de forma ordenada, siguiendo un trazado a contorno, el muro construido funciona como una barrera para la escorrentía y genera las condiciones para que ocurra la sedimentación del suelo arrastrado. Luego de algún tiempo, la parte superior del muro se rellena de sedimentos, con lo que se forma una terraza.

Además, al construir el muro, el agricultor evita los inconvenientes de tener las piedras esparcidas por toda el área y establece una guía para seguir el contorno del terreno.

31. Principales responsables: Carlos Barboza, Gilberto Palacios y Juan Carlos Moya.

Condiciones de ejecución de la práctica

Los muros de piedra han sido construidos en Labrador de San Mateo, donde los suelos de algunas fincas presentan cierta pedregosidad superficial, resultado del material de origen aluvio-coluvial.

Las piedras que se utilizaron son de tamaño variable, desde un 10 hasta un 40 cm de diámetro. Como se trata de material de terraza aluvial no poseen aristas muy pronunciadas, lo cual facilita el transporte, pero dificulta darle estabilidad al muro. Las piedras se transportaron de la misma finca, desde distancias no superiores a los 100 m, en carretillas o hamaca de madera.

Resultados obtenidos

Los muros construidos tuvieron las características que se describen a continuación:

Largo = 144 metros lineales;

Altura media = 34 cm;

Ancho medio = 55 cm;

Volumen del muro ($144 \times 0,34 \times 0,55$) = 26,9 metros cúbicos;

Pendiente del terreno: 12 por ciento.

Las evaluaciones de costos son presentadas en la Tabla 43.

Tabla 43: Costos de construcción de muro de piedras en Labrador de San Mateo.

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (c)	
		UNIT	TOTAL
Trazado con codal	1,0 h	120	120
Mano de obra para la recolección y transporte de las piedras y construcción del muro	30,0 h	120	3 600
Costo total del muro			3 720
Costo por metro lineal de muro			25,83
Costo por metro cúbico de piedra movida y acomodada en el muro			138,29
Rendimiento de la mano de obra en metros lineales de muro por hora de trabajo			4,6
Rendimiento de la mano de obra en metros cúbicos de muro por hora de trabajo			0,90

Evaluación por los agricultores

Los agricultores dueños de las fincas quedaron satisfechos con la práctica, principalmente en función de los siguientes motivos:

- Mayor facilidad para trabajar la finca;
- Control de la erosión; algunos solamente se dieron cuenta de las cantidades de suelo arrastradas cuando miraron los sedimentos acumulados junto al muro durante el primer período lluvioso.

Algunos agricultores del área que no tenían suficientes piedras en sus fincas como para construir un muro, plantearon transportarlas desde otros lados; sin embargo, fueron desmotivados por el personal técnico, ya que este no es el planteamiento correcto, ni es factible económicamente. Donde no hay piedras, el muro puede ser sustituido por la barrera viva por ejemplo, la cual es más fácil de implementar y más baratas.

Facilidades para realizar la práctica

La planificación de los muros de piedras depende básicamente de la disponibilidad del material. Si la cantidad es suficiente, se puede planificar trazados a nivel por toda el área, por ejemplo a cada 15 m de distancia. Si no, se debe planificar su construcción apenas en aquellas partes estratégicas o puntos críticos del terreno, donde se concentran grandes cantidades de escorrentía.

La altura del muro es variable; sin embargo, es preferible construirlo con pequeñas dimensiones y con menor distancia entre ellos, que construirlo muy alto y más alejado uno de otro, pues ello hace que pierda en estabilidad y no favorezca mucho el control de la escorrentía. En general, no se recomienda muros de piedras más altos que 60 cm. El ancho debe ser de un 40 cm en la base y un 30 cm en el tope, como mínimos.

La construcción del muro puede ser en etapas, por ejemplo 20 cm de altura en cada etapa, o sencillamente, de una sola vez. Si es construido en etapas, presenta como ventaja la mayor estabilidad, ya que los sedimentos se van acumulando en la parte de arriba.

El terreno en la base del muro debe estar nivelado para aumentar su estabilidad. Las piedras más grandes deben ser acomodadas en la base, seguidas por las medianas y pequeñas.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

Básicamente es una práctica para ser empleada donde hay disponibilidad de piedras superficiales con tamaños manejables con cierta facilidad.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 31 son presentados los impactos esperados por la construcción de muros de piedras. Desde el punto de vista de la productividad, cobertura vegetal del terreno e infiltración de agua en el suelo, es una práctica neutral. La velocidad de la escorrentía se reduce por la presencia del muro, lo cual provoca la sedimentación del material arrastrado y evita que estos vayan a azolvar quebradas y ríos. Las áreas inmediatamente arriba de los muros tienen su fertilidad mejorada a raíz de la deposición de los sedimentos; sin embargo, lo anterior significa que parte del área perdió suelo y nutrientes.

Recuadro 31: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*		N		
Aumento de la cobertura vegetal del terreno		N		
Aumento de la infiltración del agua		N		
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica		N		
Evitar o reducir la contaminación				ind

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

BARRERAS VIVAS MULTIPROPÓSITOS³²

Descripción del problema

Tal como ya ha sido descrito anteriormente, las intensas precipitaciones aunadas a las condiciones de relieve y del perfil del suelo pueden producir escorrentía, aunque las condiciones de manejo del área sean adecuadas. Si esta escorrentía no es manejada y controlada de manera conveniente, puede producir mucho daño a los cultivos y aumentar las pérdidas de suelo.

Opción técnica seleccionada

La barrera viva con una planta de vegetación densa y sembrada a contorno es una técnica que suele ser muy eficiente para ayudar en el control de la escorrentía. Generalmente, la barrera viva cumple las siguientes funciones:

- Retiene los sedimentos transportados y reduce el volumen y la velocidad de escorrentía.
- Protege del azolvamiento las acequias y canales destinados a la evacuación del agua, y aumenta el sostenimiento del talud superior de estas obras.
- Actúa de forma complementaria como rompevientos, fuentes de alimentación animal y humana, fuentes de producción de biomasa para cobertura muerta y "compost".
- Establece una guía para los trabajos a contorno e impide el trabajo de labranza pendiente abajo.

De esta manera, la barrera viva es una práctica muy útil dentro de la finca, principalmente cuando la especie utilizada es multifuncional. Ella reduce las necesidades de mantenimiento de las obras como acequias y canales, lo cual aumenta la vida útil de estas. Actúa como un filtro para la escorrentía y, reduce las pérdidas del suelo transportado.

Las necesidades de mantenimiento de la barrera viva dependen de la especie vegetal utilizada. Sin embargo, algunas permiten un mantenimiento con aprovechamiento del material para otras actividades productivas dentro de la finca.

32. Principales responsables: Asdrúbal Campos, Carlos Barboza, Gilberto Palacios, Juan Bautista Méndez, Juan Carlos Moya, Oscar Brenes y Oscar Cid.

Las especies vegetales que han sido más aceptadas como barreras vivas en las áreas piloto del Proyecto han sido:

- **Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*):** los agricultores prefieren la caña por las facilidades para conseguir la semilla y sembrarla, por su rapidez de crecimiento, por el aprovechamiento múltiple dentro de la finca y su característica de ser poco invasora hacia áreas aledañas a la barrera; finalmente, también la prefieren porque proporciona una buena reducción de la velocidad de la escorrentía y gran retención de sedimentos.
- **Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) o zacate violeta:** muchos agricultores sembraron el vétiver como barrera viva, probablemente por ser una planta de altura reducida en relación con la caña; no produce sombra en los cultivos. Además, es de fácil propagación, crecimiento rápido, no invasora y forma una barrera bien cerrada. Su desventaja es que no presenta un aprovechamiento secundario, aunque algunos agricultores la utilizaron como material orgánico en composteras.
- **Otros materiales utilizados:** los agricultores de Tierra Blanca de Cartago prefirieron no utilizar barreras vivas permanentes. Sembraron avena (*Avena sativa*) o trigo (*Triticum aestivum*) como barrera viva temporal, en los bordes superiores de los taludes de las acequias de ladera. A pesar de no ser una barrera viva con una vegetación densa y vigorosa, sirve para proteger la acequia de sedimentos. Un agricultor de Monseñor Morera de Tilarán ha sembrado con éxito el pasto imperial (*Axonopus scoparius*), lo cual también se aprovecha como pasto de corte para el ganado en el verano.

Prácticamente ningún agricultor se motivó a sembrar el “king-grass” (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) por ser considerado por ellos como invasor y de difícil manejo. Además, su forraje se pone demasiado duro rápidamente, lo cual dificulta su manejo como tal.

Una planta que presenta buena perspectiva para barrera viva y que podría ser validada en sistemas de producción mixtos con ganadería es la morera (*Morus alba*), cuya biomasa es rica en proteína y serviría como forraje para el ganado. Además, es de fácil multiplicación por estacas, fácil manejo y no es invasora.

Más detalles en cuanto a la barrera viva multipropósitos pueden ser encontrados en el *Manual de Manejo Conservación de Suelos y Aguas* (Cubero, 1994).

Condiciones de ejecución de la práctica

Las barreras vivas han sido utilizadas en diversas áreas. Por eso, las condiciones de ejecución se describen sucintamente en cada experiencia en el ítem siguiente.

Resultados obtenidos

A continuación se presentan costos para la instalación de barreras.

Caso 1: Costos de establecimiento de un semillero de vétiver

Con 50 kg de cepas de vétiver (con raíces y un poco de suelo) provenientes de 2,0 metros lineales de una barrera viva ya formada, se establecieron 80 metros lineales de barrera con el fin de multiplicación de semilla. Los costos se presentan en la Tabla 44.

Tabla 44: Costos para establecimiento de un semillero de vétiver en Labrador de San Mateo.

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO (h)	COSTO (¢)	
		UNIT	TOTAL
Arrancado y preparación de 50 Kg de semilla (cepas de vétiver)	2,0	160	320
Transporte 20 km			600
Siembra con palín	3,0	160	480
Deshierbas (4/año)	8,0	160	1 280
Total de costos			2 680

El costo total por metro lineal de semillero fue de ¢33,50 (US\$ 0,19). Tomando en cuenta que, en 2 años, 1 metro lineal de semillero (± 25 kg de cepas) produce semilla para 40 metros lineales de barrera viva, entonces el costo de la semilla para la siembra de las barreras en las fincas, para fines contables, puede ser estimado en ¢84 (US\$ 0,52) para cada 100 metros lineales.

Caso 2: Costos de establecimiento de barreras vivas en fincas

En dos fincas se evaluaron los costos de establecimiento de barreras con vetiver, cuyos datos se presentan en la Tabla 45. La barrera 1 se trata de una barrera de 235 metros lineales de extensión, sembrada en un terreno con 10 por ciento de pendiente. La barrera 2 con 230 metros lineales de extensión, sembrada en un terreno con 20 por ciento de pendiente. Ambas han sido sembradas con 6 cepas individuales de vetiver por metro lineal.

Tabla 45: Costos de establecimiento de barreras vivas de vetiver en Labrador de San Mateo.

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO (h)	COSTO (€)	
		UNIT	TOTAL
Finca 1: 235 m lineales			
Semilla		190	190
Mano de obra para trazado con codal	2,0	120	240
Preparación de la semilla y siembra	7,0	120	840
Total de costos			1 270
Costo por metro lineal			5,40
Finca 2: 230 m lineales			
Semilla		187	187
Mano de obra para trazado con codal	2,0	120	240
Preparación de la semilla y siembra	9,0	120	1 080
Total de costos			1 507
Costo por metro lineal			6,55

En San Isidro de Hojancha se evaluó el costo para establecimiento de una barrera viva de vetiver con 120 metros lineales en suelo del tipo Alfisol, sembrada con 3 a 4 cepas individuales de vetiver por metro lineal. Los costos son presentados en la Tabla 46.

Igualmente, se evaluó el establecimiento de una barrera viva con caña de azúcar con 300 metros lineales, a contorno, con siembra en surco a doble chorro, en un suelo del tipo Alfisol con 15 por ciento de pendiente. Los costos se presentan en la Tabla 47.

Si el grupo de agricultores de la microcuenca hidrográfica establece pequeños semilleros de caña, el costo de las barreras vivas con este material pueden abarataarse en por lo menos un 40 por ciento.

Tabla 46: *Costos de establecimiento de barreras vivas de vétiver en San Isidro y Alto Socorro de Hojanca.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (€)	
		UNIT	TOTAL
Semilla			97
Mano de obra para trazado con codal	0,5 h	150	75
Preparación de la semilla y siembra	4,5 h	150	675
Total de costos de establecimiento			847
Costo por metro lineal			7,06
Costo de mantenimiento anual	4,0 h	150	600

Tabla 47: *Costos para el establecimiento de barrera viva de caña de azúcar en San Isidro de Hojanca.*

ELEMENTO DE COSTO	TIEMPO GASTADO	COSTO (€)	
		UNIT	TOTAL
Trazado a contorno con codal	3,0 h	150	450
Semilla comprada en el mercado local	630 kg	4	2 520
Corte y transporte de la semilla	1,0 h	150	150
Surcado y siembra	15,0 h	150	2 250
Total de costos			5 370
Costo por metro lineal			17,90

Evaluación por los agricultores

A los agricultores les gustan las barreras vivas por los siguientes motivos:

- No necesitan hacer trazados a contorno en los años siguientes para las siembras.
- Les reduce el trabajo de mantenimiento de acequias y canales.
- Pueden aprovechar el material para otros fines.
- Reduce el efecto del viento en los cultivos.
- Control de la erosión.

Como desventajas presentan:

- Mano de obra para manejarla (podas).
- Sombra sobre los cultivos en algunos casos.
- Algunas especies no presentan otro propósito más atractivo que el control de la erosión.

Facilidades para realizar la práctica

La planificación de barreras vivas es una tarea fácil. Básicamente se necesita el codal para los trazados de curvas a contorno y la semilla. El codal puede ser construido en la misma finca con herramientas sencillas; para la semilla se recomienda el establecimiento de semilleros comunales para los grupos de productores. Este puede ser en áreas desaprovechadas, tales como zanjones, cárcavas, etc.

La barrera viva puede ser sembrada sola o en el borde superior del talud de las acequias de ladera. Cuando se trata de cepas, se pueden sembrar a cada 15 cm de distancia, en líneas simple o a cada 25 a 30 cm en líneas dobles, con distribución en "pata de gallo". Las líneas deben tener un máximo de 15 cm de distancia entre ellas.

En el caso de caña de azúcar, "king-grass" y pasto imperial deben ser sembrados en línea simple, en el surco y al chorro.

Condiciones agroecológicas y sistemas de producción en que estaría ajustada

La barrera viva puede ser utilizada en las áreas de cultivos anuales y perennes. El vetiver, la caña de azúcar y el "king-grass" están adaptados a gran parte de las condiciones agroecológicas del país. Obviamente que en los sistemas de producción mixtos (agropecuarios), sería preferible que las barreras también cumplan el papel de forrajeras.

El vetiver ha sido sembrado en las faldas volcánicas de la zona norte de Cartago, donde presenta un crecimiento más lento, pero suficiente. Sin embargo, es atacada por roedores típicos de las zonas altas, que se alimentan de sus raíces.

Cumplimiento con los principios de la agricultura conservacionista

En el Recuadro 32 son presentados los impactos esperados por la práctica de barreras vivas multipropósitos.

Las barreras vivas pueden representar un impacto positivo indirecto en la productividad de la finca en los sistemas de producción mixtos, con aprovechamiento de la biomasa como forraje de corte para el ganado y cerdos, como biomasa para cobertura del terreno o composteras, como rompevientos, etc. Obviamente que presenta un impacto positivo en la escorrentía e indirecto en la contaminación, principalmente aquella causada por los sedimentos transportados en el agua. Para los demás, puede ser considerada como neutral.

Recuadro 32: Impacto esperado según los principios de la agricultura conservacionista.

PRINCIPIO	IMPACTO ESPERADO			
	+	N	-	?
Aumento de la productividad*	ind			
Aumento de la cobertura vegetal del terreno	N			
Aumento de la infiltración del agua	N			
Manejo adecuado de la escorrentía superficial	+			
Man. adecuado de la fertil. y manten. de la materia orgánica	N			
Evitar o reducir la contaminación	ind			

* Aumento de rendimientos, reducción de costos o de mano de obra; (ind) - impacto indirecto.

- COPROALDE/CEDECO (1991). Memoria del I Encuentro Nacional Campesino de Frijol Tapado. San Ignacio de Acosta, COPROALDE/CEDECO, 35 p.
- COSTA RICA. (1995). "Mapa de cobertura de la tierra en Costa Rica". San José. Proyecto Inventario de gases con efecto invernadero, Convenio PNUMA/IMN/MAG/IGN/DGF. 1 mapa.
- CUBERO F., D.(Ed). (1994). "Manual de manejo y conservación de suelos y aguas". San José, MAG/FAO/UNED, 278 p.
- FLORES, M. (1994). "La utilización del frijol abono como alimento humano". CIDICCO. Tegucigalpa, 4 p. (Informe Técnico No. 8).
- ICAFE/MAG. (1989). "Manual de recomendaciones para el cultivo del café". Programa Cooperativo ICAFE/MAG. San José, 122 p.
- JELDRES, D. I., (1997). Informe final. San José. Proyecto MAG/FAO/GCP/COS/012/NET. 41 p.
- KATHOUNIAN, C. A. (1991). "Sementes de adubos verdes como alimento para o homem, suínos e aves". IAPAR. Londrina, 43 p.
- KRANZ, W. M. y A. C. GERAJE. (1987). "Feijao e milho em cultivo consorciado". IAPAR, Londrina. 16 p. (Informe de Pesquisa No. 76).
- THURSTON. H. D.; M. SMITH; G. ABAWI y S. KEARL. (1994). "Tapado: los sistemas de siembra con cobertura". Nueva York, CATIE-CIIFAD, 329 p.
- VIEIRA, M. J. (1996). "Uso del arado de cincel para la producción agrícola y la conservación de suelos y agua". San José. Proyecto MAG/FAO/GCP/COS/012/NET. 35 p. (Informe Técnico No. 15).
- VIEIRA, M. J.; L. B. RODRÍGUEZ; C. ACHÍO y M. GARCÍA. (1996). "Producción y conservación de suelos y agua en áreas ganaderas". San José. Proyecto MAG/FAO/GCP/COS/012/NET. 62 p. (Informe Técnico No. 16).

SERIE: AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

TEMA I: CONCEPTOS Y ENFOQUE

✓ Documento: Agricultura Conservacionista: un enfoque para producir y conservar

TEMA II: PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

MÓDULO II-1: Diagnóstico participativo: punto de partida para la planificación

✓ MÓDULO II-2: Evaluación de tierras como herramienta para la planificación

✓ MÓDULO II-3: Criterios de selección de áreas de trabajo

✓ MÓDULO II-4: Ámbitos de planificación participativa

✓ MÓDULO II-5: Criterios de identificación y selección de opciones técnicas

✓ MÓDULO II-6: Plan de Trabajo: Guía para la ejecución del trabajo de campo

✓ MÓDULO II-7: Opciones técnicas para cumplir con los principios de la Agricultura Conservacionista

TEMA III: EXTENSIÓN PARTICIPATIVA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA

✓ MÓDULO III-1: Concepto, estrategia y metodología

✓ MÓDULO III-2: Técnicas e instrumentos de extensión y comunicación

✓ MÓDULO III-3: Capacitación a técnicos: la base para la implementación de acciones de cambio

MÓDULO III-4: Evaluación y seguimiento



Este libro se terminó de imprimir
en Master Litho S.A.
en el mes de noviembre de 1997