

PARTE B

Investigación Aplicada y Transferencia

CAPÍTULO 8

Comportamiento de los Suelos Dedicados al Cultivo de la Yuca en Dos Localidades del Departamento del Quindío y Bajo Dos Sistemas de Siembra

Juan Manuel Rivera*

Resumen

En Colombia, la Corporación Autónoma Regional del Quindío (Corpoquindío) llevó a cabo un trabajo, mediante consultoría, en que se evaluó el comportamiento de los suelos dedicados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*). El trabajo fijó los siguientes objetivos:

- Evaluar dos sistemas de producción: el tradicional y el modificado.
- Estudiar la producción y la productividad de cada sistema de cultivo.
- Evaluar la interacción de algunas variables que intervienen en la degradación del suelo.
- Cuantificar las pérdidas físicas de suelo por erosión.

Hay normas que rigen la siembra de yuca a nivel regional, pero no hay una evidencia experimental local que las fundamente; para obtenerla, se asumieron algunos parámetros técnicos que fue necesario confirmar en la práctica. Se diseñó, por tanto, un ensayo para comparar dos sistemas de

producción de yuca; el ensayo se estableció en áreas representativas de ese cultivo en el departamento del Quindío, en suelos derivados de cenizas volcánicas y con pendientes suaves, óptimos para la yuca.

El *sistema tradicional* se basó en prácticas introducidas en la región, tales como el uso de maquinaria agrícola, de arado y rastrillo de discos, de herbicidas preemergentes y de otros insumos. El *sistema conservacionista* que propuso Corpoquindío se basó en la preparación manual del suelo, el establecimiento de barreras vivas, la cobertura vegetal semipermanente y otras prácticas. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar que se estableció en parcelas (predios) de escorrentía para poder medir el suelo arrastrado por el agua.

Los resultados demostraron que las diferencias en pérdida de suelo entre los sistemas de producción de yuca eran altamente significativas y variaban desde 2.4 hasta 18.5 t/ha al año. El 75% de las pérdidas ocurrió en los primeros 120 días del ciclo de cultivo. No hubo correlación significativa entre la pérdida de suelo y la producción de raíces al finalizar un ciclo de cultivo, en la cosecha; la explicación está, probablemente, en que el efecto de la erosión sobre la capa fértil profunda de estos suelos no es inmediato.

* I.A., Especialista en suelos forestales, Corporación Autónoma Regional del Quindío, Armenia, Colombia.

Los resultados confirman las hipótesis en que se basó la reglamentación vigente sobre la siembra de yuca. Indican, asimismo, que en esta labor conservacionista se requiere de la participación de varias instituciones, por dos razones: costo alto e infraestructura específica. Un productor de yuca o una institución sola no pueden asumir totalmente la responsabilidad de estos dos factores.

Introducción

Los suelos del departamento del Quindío provienen, en gran parte, de cenizas volcánicas y presentan una notable debilidad estructural que los hace muy vulnerables a los procesos erosivos masales y laminares; estos procesos, especialmente el segundo, son intensificados por la mecanización y las prácticas agrícolas inadecuadas. Es indispensable, por tanto, formular y desarrollar iniciativas que reorienten y reglamenten el uso de los suelos, con el propósito de implementar, a corto plazo, una agricultura capaz de armonizar la producción con el entorno ambiental.

Esta meta se logrará cuando se estructuren programas en que participen todos los actores relacionados, tanto a nivel institucional (sectores público y privado) como individual (productores de yuca). La participación de los actores implica, de una parte, la colaboración permanente con los productores mediante la transferencia de tecnología y, de la otra, el apoyo financiero de los programas de conservación de suelos.

Justificación y Objetivos

Las excepcionales condiciones agroecológicas que tiene el departamento del Quindío para el establecimiento de cultivos de yuca han

sido aprovechadas por los agricultores para dar una 'solución' —la preferida por ellos— a la crisis cafetera. La crisis del café, principal renglón productivo de la región, ha desencadenado alteraciones recurrentes en el ecosistema, principalmente en el suelo, por la adopción de técnicas foráneas e inadecuadas para el laboreo de este recurso natural y para el manejo del cultivo. Estas técnicas han iniciado procesos erosivos, a veces imperceptibles, en algunas regiones del departamento, hecho que pone en alerta a los organismos encargados de orientar la preservación del medio ambiente. Se han iniciado, por tanto, acciones para establecer normas de control, las cuales deben soportarse técnicamente con pruebas de tipo práctico, como las descritas en el presente trabajo.

El *objetivo general* del proyecto es determinar las pérdidas de suelo ocasionadas por la 'siembra' de yuca en dos localidades situadas en el departamento del Quindío.

Los *objetivos específicos* son los siguientes:

- Evaluar dos sistemas de producción de yuca: el tradicional empleado por el agricultor y el tecnificado recomendado por Corpoquindío.
- Cuantificar la degradación física, química y biológica del suelo en cada sistema.
- Correlacionar las variables que intervienen en la degradación del suelo.
- Evaluar la producción y la productividad de cada sistema mencionado y de cada tratamiento, y establecer la interacción entre los sistemas de producción y la pérdida de suelo.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Montenegro (Quindío), en suelos de cenizas volcánicas de las unidades Montenegro y Chinchiná; estas unidades se diferencian por su textura, siendo de grano mediano la primera y de grano fino la segunda.

Se escogieron dos fincas que reunían las condiciones del suelo requeridas para el estudio, o sea, tipo de suelo, textura, topografía, homogeneidad y fertilidad; además, eran cultivados con café que recibía sombra de los guamos, especialmente, y no habían sido intervenidos mecánicamente.

En cada predio se establecieron ocho parcelas distribuidas en dos bloques (cuatro parcelas en cada uno). Todas las parcelas tenían las mismas dimensiones (25 m de largo y 20 m de ancho). En el sistema tradicional, el lado más largo iba en el sentido del surco y de la pendiente (siembra en surcos con la pendiente) y en el sistema modificado o tecnificado el lado más largo iba perpendicular al surco, ya que en este sistema se sembró en surcos horizontales en contorno. Se establecieron dos parcelas con menor pendiente (0%-5%) y dos con pendientes mayores (15%-30%).

Las parcelas se distribuyeron siguiendo tres parámetros, de la siguiente manera:

- Por **localidad**:

Localidad 1: El Volga (M): unidad Montenegro, de grano mediano

Localidad 2: Canaán (C): unidad Canaán, de grano fino

- Por **sistema de producción**; se define como factor A y tiene dos niveles:

En el nivel 1: sistema de producción tradicional (A1)

En el nivel 2: sistemas de producción tecnificados (A2)

- Por **pendiente**; se define como factor B y tiene también dos niveles:

En la localidad 1 (M):

Nivel 1: con pendiente menor del 5% (B1_M)

Nivel 2: con pendiente entre el 5% y el 15% (B2_M)

En la localidad 2 (C):

Nivel 1: con pendiente menor del 15% (B1_C)

Nivel 2: con pendiente entre 15% y el 30% (B2_C)

En cada localidad (M y C) se establecieron los dos sistemas de producción (A1 y A2) para cada una de las pendientes (B1 y B2). En cada nivel de pendiente se distribuyeron al azar las parcelas con los tratamientos de plantación o 'siembra' tradicional y de plantación tecnificada. Los bloques o repeticiones se establecieron así:

Bloque I: A1B1_M, A1B1_C;
A1B2_M, A1B2_C

A2B1_M, A2B1_C;
A2B2_M, A2B2_C

Bloque II: A1B1_M, A1B1_C;
A1B2_M, A1B2_C

A2B1_M, A2B1_C;
A2B2_M, A2B2_C

Preparación y manejo

Para la *siembra tradicional* (tratamiento A1), se preparó el suelo mecánicamente con una arada y dos o tres pases de rastrillo; se levantaron caballones de 0.30 m de alto en el sentido de la pendiente, a 1 m uno de otro. Se aplicó herbicida preemergente en todo el terreno (Diurón, 1.6 kg/ha).

Se sembró en los caballones dejando 0.8 m entre plantas y se obtuvo un arreglo de 0.8 x 1 m con 12,500 plantas/ha.

Para la *siembra tecnificada* (tratamiento A2), se hizo labranza mínima preparando solamente el suelo de los sitios de siembra con una pica que hacía hoyos de 0.2 x 0.2 m donde se plantaron las estacas de yuca. Los surcos se hicieron a 1 m de distancia uno de otro, en las líneas de contorno (o sea, a través de la pendiente), y se plantaron estacas cada 0.8 m; se obtuvieron así 12,500 plantas/ha. Se aplicó también herbicida preemergente en forma localizada en cada sitio de siembra o plato (Diurón, 1.6 kg/ha).

La aplicación del herbicida se hizo con sumo cuidado para evitar la competencia de las malezas durante los primeros 120 días del cultivo. Se tuvo en cuenta, por tanto, el tipo de suelo que recibía el producto puesto que, en suelos de textura liviana, un herbicida tiene mayor movilidad y está, por ello, más disponible para las plantas.

En los lotes con mayor pendiente (tratamientos B2_M y B2_C) se sembraron barreras vivas según la textura: cada 10 m en la localidad de grano fino (M) y cada 20 m en la localidad de grano mediano (C).

Se instalaron 16 canales con tanques de captación de suelo en las 16 parcelas de escorrentía. Los canales, al final de las parcelas, se construyeron con un desnivel del 5% para facilitar el arrastre del suelo hacia el tanque de captación.

Prácticas de cultivo

En el *sistema tradicional* (A1) se hizo un control a las malezas con azadón en todo el terreno, a los 2 meses de la siembra, y se aporcaron las plantas.

En el *sistema tecnificado* (A2) se hizo un control a las malezas mediante

una rocería a machete en todo el terreno y se aporcaron las plántulas.

En todos los tratamientos se fertilizaron las parcelas con el mismo producto y en las mismas dosis, según el análisis del suelo. Todas las demás labores agronómicas y fitosanitarias recomendadas se hicieron en la misma forma en todas las parcelas.

Toma de datos

Antes de la eliminación de los cafetales, se tomaron muestras del suelo para su análisis físico, químico y microbiológico, en cada localidad y para cada pendiente.

Una vez construidos los canales de captación de escorrentía, se inició la toma de datos diariamente en cada parcela de cada localidad; se midió el volumen del suelo para hacer después, según la densidad aparente y real del suelo, la conversión a peso seco en kg/parcela y en kg/ha.

Diseño experimental

Se tomó como variable en este ensayo, además de la pendiente y del sistema de producción, la precipitación, que se registró diariamente en milímetros.

Las *variables dependientes* o de respuesta son 'la producción de yuca por parcela' y 'la pérdida diaria de suelo por parcela'. Ambas se transformaron debidamente a unidades por hectárea; los datos de 'pérdida de suelo por parcela' se ajustaron previamente respecto a la densidad aparente, que es una función del tipo de suelo en cada localidad.

El *modelo estadístico* utilizado es el de factores anidados que corresponde a la clasificación del modelo jerárquico de factores fijos; se eligieron como factores fijos los efectos correspondientes a la localidad (L), al sistema de producción (S) y a la pendiente (T). Se añadió un cuarto factor de variación, el período

(P), que se relaciona con las observaciones de la variable 'pérdida de suelo por parcela'. Esta variable, registrada durante tres períodos de observación, es relativamente proporcional a la duración de los períodos (aproximadamente, 120 días cada uno) del ciclo de cultivo.

Los períodos se caracterizan por la cantidad de cobertura vegetal presente. En el período 1 (primeros 120 días), las parcelas presentaban la condición 'limpias' en el sistema tradicional y 'semilimpias' en el sistema tecnificado; en el período 2 (120 a 240 días) y en el período 3 (240 a 360 días), la condición de las parcelas era 'cubiertas' en los dos sistemas de producción.

La cantidad de cobertura vegetal presente en cada período, localidad, sistema de producción y pendiente influye directamente en la cantidad de suelo arrastrado en la superficie.

Para la construcción del modelo se analizó la relación entre los factores que se estudiaban y se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los efectos de los factores y de los sistemas son de tipo cruzado (interacción LxS).
- El efecto de bloque (B) se encuentra anidado en (LxS), o sea, B(LxS).
- El efecto de pendiente (T) se encuentra anidado en el factor localidad (L), o sea, T(L).
- Los efectos del período (P) son de tipo cruzado respecto al factor localidad (PxL), al factor sistema (PxS) y al factor interacción (LxS). El resultado es una interacción triple (PxLxS).

Con la técnica de *regresión múltiple* se determinó la influencia de la precipitación sobre la 'pérdida de suelo' en los tratamientos del ensayo. Se hizo el análisis a nivel de localidad y de

sistema, tomando como variables independientes los factores 'pendiente', 'precipitación' y 'mes'; esta última se incluyó porque la acumulación de lluvias en períodos mensuales explicaba la erosión cuantificada cada mes en todos los casos.

Resultados y Discusión

- El *análisis microbiológico* de cuatro muestras de suelo enviadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Caldas dio el siguiente resultado: los microorganismos presentes y sus poblaciones fueron normales para el tipo de suelo estudiado. No se encontró diferencia significativa entre las muestras analizadas antes y después del cultivo de yuca.
- Se observaron diferencias, respecto al *suelo arrastrado*, entre los lotes establecidos según el sistema tradicional (el empleado por el agricultor) y según el sistema recomendado por la institución. Asimismo, se hallaron diferencias entre los lotes de mayor pendiente y aquellos de menor pendiente.
- Con el *suelo recolectado en el canal* de captación y en el tanque de captación, y teniendo en cuenta la densidad aparente del suelo en cada localidad, se deduce que las pérdidas de suelo fueron mayores en la localidad 1 (El Volga, M) que en la localidad 2 (Canaán, C). En El Volga se registraron pérdidas de 11 a 18 t/ha en el primer año después del café, en el sistema tradicional; en el sistema conservacionista propuesto, en cambio, las pérdidas fueron solamente de 2 a 5 t/ha de suelo. Los suelos de Canaán fueron mucho menos vulnerables a la erosión que los de El Volga y tuvieron sólo un 30% en el nivel de

Cuadro 1. Pérdidas de suelo observadas (t/ha) en la localidad 1 (El Volga).^a

Período	Sistema de producción tradicional		Sistema de producción tecnificado		Precipitación (mm/período)
	Pendiente 0-5%	Pendiente 5%-15%	Pendiente 0-5%	Pendiente 5%-15%	
Período 1 (0-4 meses)	10.62	17.84	4.20	1.80	610
Período 2 (4-8 meses)	0.52	0.40	0.41	0.35	252
Período 3 (8-12 meses)	0.19	0.21	0.14	0.24	262
Total	11.33	18.45	4.75	2.39	1124
	A1B1 _M	A1B2 _M	A2B1 _M	A2B2 _M	

a. Cada valor es el promedio de los dos bloques.

Cuadro 2. Pérdidas de suelo observadas (t/ha) en la localidad 2 (Canaán).^a

Período	Sistema de producción tradicional		Sistema de producción tecnificado		Precipitación (mm/período)
	Pendiente 0-15%	Pendiente 15%-30%	Pendiente 0-15%	Pendiente 15%-30%	
Período 1 (0-4 meses)	3.22	6.52	2.19	2.23	902
Período 2 (4-8 meses)	0.68	1.05	0.67	1.30	528
Período 3 (8-12 meses)	0.17	0.23	0.15	0.21	487
Total	4.06	7.79	3.02	3.74	1917
	A1B1 _C	A1B2 _C	A2B1 _C	A2B2 _C	

a. Cada valor es el promedio de los dos bloques.

vulnerabilidad, a pesar de que cayeron lluvias más abundantes en esa localidad (Cuadros 1 y 2).

El cultivo de yuca propicia, en cualquiera de los sistemas de producción ensayados, una erosión considerable durante los primeros 4 meses de edad (120 días), tiempo en que el suelo de las parcelas permanece 'limpio' (descubierto). De la pérdida total de suelo, el 75% o más ocurre en este período del cultivo.

Pérdida de suelo

- En todos los casos observados, el sistema tradicional de cultivo de la yuca presenta una pérdida de suelo mayor que en los sistemas tecnificados; la razón es que el cultivo permanece completamente limpio durante su primera etapa de crecimiento. En el sistema tecnificado de cultivo, la pérdida de suelo es menor por las siguientes razones:

- desde el inicio del cultivo hay cobertura para el suelo porque se dispersa material vegetal sobre el terreno ya cosechado;
- además, las hierbas no se eliminan completamente porque proporcionan beneficios al suelo;
- los herbicidas se aplican, por tanto, en forma localizada.
- Los suelos derivados de cenizas volcánicas que tengan textura de grano medio presentan más limitaciones para la producción de yuca y, en general, para los cultivos limpios, que los suelos cuya textura es de grano fino. Este efecto había sido considerado por Corpoquindío en ocasiones anteriores.
- Los resultados apoyan la propuesta que la entidad hace a los agricultores, es decir, la adopción de un sistema de producción de yuca que sea útil, de tecnología fácil, económicamente rentable y sostenible en el tiempo.

El *sistema tecnificado* de 'siembra' de la yuca que recomienda Corpoquindío tiene muchos aciertos y debería extenderse entre los agricultores, ya que contribuye a preservar los recursos naturales a través del tiempo, racionalizando su uso y manejo.

- No se observaron diferencias significativas respecto a la variable 'pérdida de suelo' en todos los tratamientos en que se empleó el sistema de producción tecnificada. Se concluye, por tanto, que si este sistema, una vez propuesto por Corpoquindío, se emplea en diversos suelos y pendientes, la pérdida de suelo en éstos será similar a la del ensayo. El resultado es independiente de la susceptibilidad del suelo a la erosión (textura de granos medio y

fino) y del nivel de pendiente (5%, 15% ó 30%), dentro de los rangos investigados en el ensayo.

- El caso contrario se observó al analizar los tratamientos en que se aplicó el sistema de producción tradicional: en ellos, la variable 'pérdida de suelo' presentó diferencias altamente significativas en todos los tratamientos. Las diferencias provienen de relacionar los siguientes factores: localidad con sistema de producción y también pendiente con sistema.

En la primera relación (sistema de producción y localidad) respecto a la variable 'pérdida de suelo' (PS), las diferencias fueron altamente significativas en ambos factores. Los valores extremos de PS (promedio de las dos repeticiones) en cada localidad son los siguientes:

- Localidad 1 (El Volga, M)
 - Máxima PS: 18,453.014 kg/ha, en el tratamiento A1B2_M (sistema de producción tradicional y pendiente alta, 15%).
 - Mínima PS: 2,388.412 kg/ha, en el tratamiento A2B2_M (sistema de producción tecnificado y pendiente alta, 15%).
- Localidad 2 (Canaán, C)
 - Máxima PS: 7,792.959 kg/ha, en el tratamiento A1B2_C (sistema tradicional y pendiente alta, 30%).
 - Mínima PS: 3,018.279 kg/ha, en el tratamiento A2B1_C (sistema de producción tecnificado y pendiente baja, >15%).

Se halló también una diferencia altamente significativa entre el período 1 (primeros 120 días) y los dos períodos restantes.

Producción de yuca

No se halló diferencia significativa en producción de yuca por parcela (o por hectárea) respecto a las localidades o a los sistemas de producción.

- Se puede concluir, por tanto, que el sistema de producción tecnificado se mantiene estable aunque se modifiquen las condiciones de suelo o de pendiente.
- La relación entre 'producción de yuca' y 'pérdida de suelo' no fue estadísticamente significativa; la explicación más probable de este resultado es que el efecto de la erosión en una capa de suelo fértil de profundidad considerable no es inmediato. Esta misma razón explica, posiblemente, la ausencia de diferencias reales en los análisis químico y microbiológico de los suelos estudiados, antes y después del cultivo de yuca.

Sistemas de producción

- El *sistema recomendado* por Corpoquindío es sostenible empleando los recursos naturales y

la acción del hombre. Se comprobó, además, que es de fácil adaptación y que puede implementarse sin incurrir en costos adicionales.

El *sistema tradicional*, en cambio, debe absorber los costos altos de la preparación convencional del suelo y de las prácticas de control de malezas.

- La producción de yuca por hectárea no es mayor en el sistema tradicional —aunque lo crean algunos agricultores— que en el sistema recomendado, como lo prueba la ausencia de diferencias significativas en la variable 'producción de yuca' respecto a ambos sistemas.
- Si se emplea el sistema tecnificado que recomienda Corpoquindío, la *degradación del suelo* será considerablemente menor que si se emplea el sistema tradicional. Esta conclusión es válida independientemente del grado de susceptibilidad del suelo a la erosión o del nivel de pendiente del terreno.

CAPÍTULO 9

Manejo de Suelos en los Minifundios de Ladera de la Región Andina Mediante la Rotación de Cultivos Establecidos en Franjas en las Curvas a Nivel

Alvaro Tamayo V. y Manuel Hincapié Z.*

Resumen

El Centro de Investigación Agropecuaria La Selva de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), en Rionegro, Antioquia, Colombia, está situado a 2110 m.s.n.m., tiene una temperatura promedio mensual de 16 °C y una precipitación promedio anual de 1870 mm. Pertenecer a la zona de vida (o biozona) bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y su suelo es un Typic dystrandeps. En este Centro se hizo la investigación aquí descrita para hallar un sistema de manejo de suelos que minimizara la degradación y la pérdida del suelo. Para la evaluación de campo se distribuyeron espacialmente parcelas de las especies más representativas de la zona, en franjas distribuidas según la pendiente y la intensidad de la labor que aquellas requerían.

El experimento consistió en evaluar cinco franjas contiguas. En la parte más alta y de mayor grado de inclinación del terreno, se establecieron las especies de mayor cobertura natural, como pastos y árboles frutales; en la parte intermedia, cultivos semestrales (papa, maíz, frijol) entre las franjas y en el tiempo; y en la

parte más baja y de menor pendiente, cultivos de labores intensivas, como las hortalizas (lechuga, brócoli, zanahoria, coliflor), que se rotaban dentro de la misma franja. Cada franja se separó de la siguiente por una barrera viva de pasto imperial (*Axonopus scoparius*).

En esas franjas se hicieron diversas prácticas de manejo y de protección del suelo, como rotación de cultivos y empleo de coberturas, barreras vivas y residuos de cosecha. Las pérdidas de suelo se evaluaron colocando una "parcela de escorrentía" (1 m de ancho x 10 m de largo), la cual permitió medir la cantidad de suelo erosionado y los flujos de escorrentía.

Los resultados obtenidos indican que en todas las franjas hubo disminución de la escorrentía y menor pérdida de suelo por erosión. Además, se obtuvieron rendimientos más altos en los cultivos que el promedio registrado para cada uno en la zona. Asimismo, el suelo presentó incrementos significativos de pH y del contenido de bases intercambiables, como calcio, magnesio y potasio. Estos resultados señalan la importancia de las diversas prácticas de manejo y protección de los suelos, especialmente en la región andina donde la actividad agropecuaria se ha desarrollado con más intensidad que en otras regiones.

* I.A., M.Sc. e investigador, respectivamente, CORPOICA, Rionegro, Antioquia, Colombia.

Introducción

La zona andina colombiana, en la que tiene lugar la mayor parte de la actividad agropecuaria del país, ha estado sometida durante años a una presión de laboreo y manejo que ha ocasionado fuerte erosión y deterioro de sus suelos. La erosión depende, principalmente, del relieve, del grado y la extensión de la pendiente, de la estabilidad estructural del suelo, de la intensidad y frecuencia de las lluvias, del manejo integral del suelo en cuanto a labores de preparación, de siembra, de manejo agronómico, y del tipo de cultivo. Agrava la erosión la intervención antrópica, que ha sido devastadora porque no ha dado un manejo adecuado a los suelos para protegerlos.

Más del 50% de los suelos de la región andina presentan un relieve que va de ligeramente quebrado a escarpado, son deficientes en fósforo (< 15 ppm), tienen un contenido de potasio entre mediano y bajo (< 0.3 meq/100 g), son ácidos (pH de 4.5 a 6) y tienen un contenido de materia orgánica (M.O.) entre medio y alto (> 3%).

La conservación de los suelos en las vertientes de zonas de alta pluviosidad debe dirigirse al establecimiento y manejo de prácticas tanto agronómicas como mecánicas y biológicas, pero en forma integral para que propicien al mínimo los procesos erosivos. Por tanto, es importante evaluar diferentes prácticas y explorar nuevas alternativas de manejo sostenible de los suelos. Un ejemplo es la *estratificación de los cultivos* a lo largo de la pendiente:

- en la parte más alta y de mayor grado de inclinación, se establecen las plantas de mayor cobertura natural, como las especies de bosque y los frutales;

- en la parte intermedia se siembran los cultivos semestrales y limpios que reciben prácticas de conservación;
- en la parte más baja, de menos pendiente, los cultivos que requieren laboreo intensivo, como las hortalizas (que además se rotan dentro de la franja).

La separación entre las franjas de cultivos se hace con barreras vivas, que disminuyen la velocidad y la energía cinética de las aguas de escorrentía.

La rotación de cultivos como papa, maíz y frijol voluble, tanto entre las franjas como dentro de ellas (como se hace con las hortalizas) contribuye a la conservación de la bioestructura del suelo, ya que la estructura radicular es diferente, la cobertura vegetal es distinta, y la extracción y reciclaje de los nutrimentos es diferencial. Estos efectos contribuyen al uso sostenible de los suelos, del cual se deriva una agricultura más competitiva y sostenible.

Materiales, Métodos y Literatura Pertinente

Este proyecto se desarrolla en la zona andina de ladera de Colombia y comprende cuatro experimentos en las siguientes localidades: el Centro de Investigación Agropecuaria (CIA) La Selva, en Rionegro, Antioquia; el CIA Obonuco, en Pasto, Nariño; la Granja La Suiza, en Rionegro, Santander; y una finca en Funza, Cundinamarca. Los sitios están ubicados en las formaciones vegetales denominadas, respectivamente, bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque seco montano (bs-M), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo montano (bh-M).

En ese orden, las zonas agroecológicas son Fg, representativa

de 38,625 ha; Fk, representativa de 699,125 ha, y Cv, representativa de 2,255,016 ha (bosque húmedo), que representan, en total, cerca de 3 millones de hectáreas del país (Muñoz, 1994).

Suelos y manejo

1. Se llevaron a cabo ensayos durante 5 años consecutivos durante 5 años consecutivos (Tamayo, 1995) en un Andisol del CIA Obonuco, ubicado a 2800 m.s.n.m. y con 800 mm de precipitación anual. Indican que las rotaciones de cultivos dentro de un manejo integral de los suelos permiten conservar —y aun aumentar, al menos temporalmente— el contenido de materia orgánica del suelo. Un manejo adecuado del suelo impide la descomposición rápida de la M.O. proveniente de los desechos de un cultivo y alcanza a estratificar el potasio y el fósforo en el suelo.
2. Otros trabajos realizados en el CIA La Suiza (Rionegro, Santander), localizado a 560 m.s.n.m., con 28 °C de temperatura media y 1700 mm de precipitación promedio anual, indican que la rotación maíz-frijol-yuca (durante seis siembras) causa pérdidas de suelo de 1400, 1300 y 900 kg/ha, respectivamente, para la primera siembra; en la sexta siembra esas pérdidas de suelo fueron de sólo 110, 130 y 227 kg/ha, para los cultivos respectivos.

De estos resultados preliminares se infiere que cultivos limpios como el maíz y el frijol, establecidos en suelos de ladera en regiones muy húmedas, provocan pérdidas considerables de suelo, aunque éste se maneje con mínima labranza. Es, por tanto, de vital importancia que, en las etapas iniciales de

crecimiento del cultivo, el suelo esté protegido con coberturas verdes o residuos de cosecha que minimicen la escorrentía y, por ende, las pérdidas de suelo.

3. Otro experimento se inició en el segundo semestre de 1994 en el CIA La Selva (Rionegro, Antioquia) perteneciente a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); este Centro se halla a 2110 m.s.n.m., tiene una precipitación media anual de 1870 mm y su temperatura media mensual es de 16 °C. Los suelos pertenecen a la clase agroecológica Fg, de planos o colinados, y corresponden a la formación de bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

Los suelos de este sitio experimental son típicos del Valle de Rionegro y tienen dos horizontes definidos: uno superficial, rico en M.O., de color negro, y otro pardo amarillento, de ceniza volcánica. Estos suelos son de baja fertilidad, deficientes en fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, zinc, cobre y boro; son fuertemente ácidos y tienen una alta saturación de aluminio.

Ensayo de franjas

El experimento comprendía cinco franjas trazadas a través de la pendiente, con cultivos establecidos en las curvas de nivel. Cada franja estaba separada de la contigua por un surco doble de pasto imperial (*Axonopus scoparius*).

Entre la parte superior del lote (con más pendiente) y la parte inferior del mismo (con menos pendiente), las franjas se ordenaron del modo siguiente:

- Primera franja, con aguacates sembrados a 7 x 7 m, al tresbolillo.

- Segunda franja con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sembrado en surcos a 50 cm.
- Tercera, una franja de rotación con maíz ICA V 453 a 0.85 x 0.85 m, tres plantas por sitio para obtener una población de 80,000 plantas/ha, en relevo con frijol voluble (variedad Cargamanto) a tres plantas por sitio.
- Cuarta franja, con papa Diacol Capira a 1 m entre surcos y a 0.25 m entre plantas, para obtener una población de 40,000 plantas/ha.
- Quinta franja, más plana, con hortalizas en rotación (zanahoria-coliflor-lechuga-brócoli).

El manejo del suelo y de los cultivos comprende las siguientes prácticas:

- sembrar barreras vivas de pasto imperial entre las franjas;
- preparar únicamente el sitio de siembra (labranza mínima);
- sembrar en surcos trazados en las curvas a nivel a través de la pendiente;
- uso racional de los residuos de cosecha para producir una cobertura o un 'mulch'.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

- Propiedades físicas y químicas del suelo: evaluación inicial y seguimiento posterior de las variaciones causadas por el uso del suelo.
- Pérdida de suelo por erosión: se mide en parcelas de escorrentía (1 x 10 m).
- Rendimiento (kg/ha) de cada uno de los cultivos en rotación.

Resultados y Discusión

Pérdida de suelo

En los Cuadros 1 a 5 se observa tanto el efecto de la pluviosidad en la escorrentía como la pérdida de suelo por el manejo de los cultivos en franjas. Las pérdidas fueron mínimas en el cultivo de aguacate y en el de pasto kikuyo, porque la cobertura era densa y se hizo cero labranza en estas franjas.

- En el cultivo de *relevo frijol/maíz* la erosión fue muy poca y sólo alcanzó niveles significativos en el primer semestre de 1996 en el frijol y en el segundo semestre del mismo año en el maíz.
- La franja sembrada con *papa* presenta pocas pérdidas de suelo

Cuadro 1. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), primer semestre de 1995.

Franja	Pendiente (%)	Rendimiento ^a (kg/ha)	Escorrentía (lt/10 m ²)	Suelo erosionado (t/ha)
1 Aguacate	32	—	100.42	0.124
2 Kikuyo	35	5,518 (mvs)	52.39	0.223
3 Maíz	16	5,200	55.53	0.319
4 Frijol arbustivo	18	1,104	150.1	1.940
5 Suelo desnudo	6	—	563.5	8.030

Precipitación enero-agosto 1995: 1574.2 mm.

a. mvs = materia verde seca.

Cuadro 2. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), segundo semestre de 1995.

Franja	Pendiente (%)	Rendimiento ^a (kg/ha)	Escorrentía (lt/10 m ²)	Suelo erosionado (t/ha)
1 Aguacate	32	—	40	0.31
2 Kikuyo	35	4,966.6 (mvs)	31.53	0.50
3 Frijol	16	1,120	10.4	0.40
4 Repollo morado	18	14,90	—	—
5 Rastrojo	6	—	47.77	0.223
Precipitación agosto-diciembre 1995: 605.7 mm.				

a. mvs = materia verde seca.

Cuadro 3. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), primer semestre de 1996.

Franja	Pendiente (%)	Rendimiento ^a (kg/ha)	Escorrentía (lt/10 m ²)	Suelo erosionado (t/ha)
1 Aguacate	32	—	8.11	0.054
2 Kikuyo	35	4,500 (mvs)	7.0	0.0017
3 Papa	16	12,000	8.5	0.0135
4 Maíz	18	4,000	4.0	0.0005
5 Hortalizas	6	82,000 ^b	80.0	1.4455
Precipitación enero-junio 1996: 1074 mm.				

a. mvs = materia verde seca.

b. Lechuga, brócoli, coliflor y zanahoria.

Cuadro 4. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), segundo semestre de 1996.

Franja	Pendiente (%)	Rendimiento ^a (kg/ha)	Escorrentía (lt/10 m ²)	Suelo erosionado (t/ha)
1 Aguacate	32	—	11.53	0.008
2 Kikuyo	35	3,945 (mvs)	— ^c	—
3 Maíz	16	4,300	213.43	3.652
4 Frijol	18	1,250	3.73	0.005
5 Hortalizas	6	10,000 ^b	120.05	0.794
Precipitación julio-diciembre 1996: 1056.3 mm.				

a. mvs = materia verde seca.

b. Sólo se sembró parte de la franja.

c. No hubo escorrentía, ni pérdida de suelo.

porque las calles fueron cubiertas con los residuos de la cosecha anterior (tallos de maíz). Las pérdidas sólo ocurrieron después de

la cosecha, cuando el suelo quedó un poco suelto y estuvo sin protección durante algún tiempo. En el mes de octubre, cuando el

Cuadro 5. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), primer semestre de 1997.

Franja	Pendiente (%)	Rendimiento ^a (kg/ha)	Escorrentía (lt/10 m ²)	Suelo erosionado (t/ha)
1 Aguacate	32	—	3.0	0.072
2 Kikuyo	35	4,100 (mvs)	4.5	0.015
3 Frijol	16	2,743	47.5	0.194
4 Papa	18	25,500	7.0	0.024
5 Hortalizas	6	50,736 ^b	80.78	1.428

Precipitación enero-junio 1997: 1094 mm.

a. mvs = materia verde seca.

b. Dos cosechas de brócoli, coliflor y lechuga.

maíz estaba 'rodillero', dos lluvias consecutivas de gran intensidad (30.3 y 36.3 mm) originaron pérdidas de suelo de 3652 t/ha. Esta misma franja (la no. 3) volvió a sufrir pequeñas pérdidas (Cuadro 5) en el semestre A/97.

- En el *suelo desnudo* se perdió, en 6 meses (A/95), una cantidad considerable de suelo (8.0 t/ha), a pesar de que la pendiente del terreno (6%) era baja; esta misma franja estuvo con rastrojo en el semestre siguiente (B/95), y las pérdidas de suelo disminuyeron por ello en un 97%, hasta niveles insignificantes (223 kg/ha).
- La franja cultivada con *hortalizas* sufrió pérdidas de suelo de 1.4 t/ha (semestres A/96 y A/97), aunque su pendiente era sólo de 6%; este resultado se explica por el intenso movimiento del suelo y el frecuente control de malezas que requieren estos cultivos cuando se desea que den buenos rendimientos.

Rendimientos

En los suelos de ladera estudiados se obtuvieron altos rendimientos de pasto kikuyo que alcanzaron de 4.5 a 5.5 t/ha de materia verde seca (mvs). El maíz

produjo de 4 a 5.2 t/ha. El cultivo de frijol rindió desde 1.1 t/ha (frijol arbustivo) hasta 2.7 t/ha (frijol voluble o de enredadera). Estos valores superaron los promedios de rendimiento para la zona de estudio en el departamento de Antioquia, que alcanzan alrededor de 4 t/ha de mvs en pasto kikuyo, 1.5 t/ha en maíz y 1.5 t/ha en frijol Cargamanto.

La franja cultivada con papa dio un rendimiento bajo de 12 t/ha (Cuadro 3) porque estuvo expuesta a un serio problema fitopatológico: cerca de este ensayo estaban los lotes experimentales de evaluación de clones de papa por su resistencia a *Phytophthora infestans* del Centro Internacional de la Papa (CIP); no obstante, en el semestre A/97 se obtuvieron 25.5 t/ha de papa de excelente calidad.

La franja cultivada con hortalizas dio rendimientos iguales a los obtenidos comercialmente en la localidad empleando métodos tradicionales de labranza del suelo.

Comportamiento de algunas propiedades químicas

El Cuadro 6 muestra que en suelos con cultivos tanto permanentes como

Cuadro 6. Fertilidad del suelo^a en el ensayo realizado en minifundios de ladera, CIA La Selva (Rionegro, Antioquia), 1995-96.

Franja ^b	pH	M.O. (%)	P S		Al Ca Mg K				Fe Mn Zn Cu B				
			(ppm)		(meq/100 g suelo)				(ppm)				
1	5.6	14.4	2	—	—	2	1.04	0.61	45	4.5	7.2	6.1	0.07
2	5.2	15.3	3	—	1.2	2.9	0.61	0.31	33	3.6	2.5	0.8	0.05
3	5.3	17.7	15	21	1.2	4.6	1.02	0.54	62	4.5	2.5	1.3	0.07
4	5.5	16.6	19	19	—	5.9	1.04	0.37	69	5	3.6	1	0.08
5	5.5	17.7	24	14	—	6.9	1.76	0.77	47	7.6	4.7	1.3	0.06

a. Profundidad: 0-20 cm.

b. Franjas 1 (aguacate), 2 (kikuyo), 3 (maíz), 4 (frijol) y 5 (hortalizas) fueron muestreadas en 1996A.

transitorios, en rotación, hubo un ligero incremento en el pH y en el contenido de calcio, de magnesio y de potasio.

Evaluación de algunas propiedades físicas

Desde el punto de vista físico, el suelo en el CIA La Selva es de excelente calidad ya que se considera de textura media (franca y franco-limoso). Su contenido de arena está entre 21% y

42%, el de limo entre 45% y 75%, y el de arcilla entre 2% y 10%. Su estructura es granular y de migajón, media a gruesa, de moderada a muy desarrollada. Su consistencia en seco es blanda y en húmedo es friable; es ligeramente plástico y no es pegajoso. Su porosidad total es alta y tiene muy buena retención de humedad; es por ello un suelo bien drenado cuyo drenaje externo e interno está entre intermedio y rápido.

Cuadro 7. Estabilidad (%) de los agregados del suelo de diferente diámetro (en mm) en las franjas 1 a 5 del ensayo.

Franja no.	Profundidad (cm)	Estabilidad (%) de agregados de:					
		$\theta = 4 \text{ mm}$	$\theta = 2 \text{ mm}$	$\theta = 1 \text{ mm}$	$\theta = 0.5 \text{ mm}$	$\theta = 0.25 \text{ mm}$	$\theta < 0.25 \text{ mm}$
1	0-5	31.18	19.57	16.26	13.10	7.52	12.37
	5-10	30.26	18.59	17.92	13.54	7.59	12.10
	10-20	33.68	17.58	15.87	11.73	7.22	13.92
2	0-5	5.43	6.65	14.38	23.75	18.20	31.59
	5-10	27.84	17.85	16.84	20.64	8.56	8.25
	10-20	51.78	14.93	11.38	9.17	5.93	6.77
3	0-5	37.16	16.47	16.65	12.69	8.32	8.68
	5-10	32.74	21.90	19.45	11.72	5.30	8.89
	10-20	26.75	22.39	18.96	12.92	6.78	12.20
4	0-5	19.28	18.44	18.12	14.26	9.53	6.11
	5-10	26.51	19.47	17.66	15.08	9.84	11.41
	10-20	27.53	24.42	19.45	13.06	8.03	7.45
5	0-5	45.58	23.94	11.43	5.38	2.92	10.75
	5-10	44.68	24.09	12.16	6.60	3.15	9.32
	10-20	43.92	20.51	14.63	8.32	3.74	8.88

Cuadro 8. Retención de humedad en las franjas 1 a 5 del ensayo.

Franja no.	Profundidad (cm)	Retención de humedad (%) a presiones de:				
		1/10 bar	1/3 bar	1 bar	3 bar	15 bar
1	0-5	57.99	54.90	52.75	50.47	47.21
	5-10	51.09	47.01	45.74	44.18	42.38
	10-20	55.92	52.00	50.68	49.31	47.61
2	0-5	46.94	42.68	41.84	40.33	38.42
	5-10	51.62	42.29	41.96	40.85	39.31
	10-20	57.45	52.75	51.22	49.25	45.73
3	0-5	51.29	46.50	45.01	43.44	41.65
	5-10	65.82	62.95	61.76	60.22	58.31
	10-20	55.99	51.99	50.69	48.99	46.98
4	0-5	50.55	46.70	45.19	42.99	40.09
	5-10	49.66	44.65	43.06	41.39	39.15
	10-20	48.63	44.39	42.85	41.30	39.41
5	0-5	59.27	55.16	53.97	52.19	49.56
	5-10	64.44	61.42	59.39	57.58	54.45
	10-20	62.17	59.79	57.67	55.73	53.84

La estabilidad estructural de este suelo es alta y en él predominan los agregados grandes (2 a 4 mm de diámetro). En los Cuadros 7 y 8 se presentan los valores (en porcentaje) de la estabilidad de los agregados y los valores de retención de humedad bajo diferentes presiones (en bares).

Conclusiones

- El sistema de cultivo en franjas a nivel y en rotación, utilizando los residuos de cosecha como cobertura del suelo, impide la escorrentía y la pérdida de suelo.
- Aunque una de las mayores precipitaciones del ensayo (1074 mm) se presentó en el semestre B/96, en este mismo período se registraron pérdidas de suelo muy bajas, que fueron solamente (en t/ha por semestre) de 0.0540 en el cultivo de aguacate, de 0.0017 en el de pasto kikuyo, de 0.0135 en el de papa, de 0.0005 en

el de maíz, y de 1.4455 para las hortalizas.

- Los resultados de los análisis químicos del suelo estudiado indican una gran sostenibilidad de los sistemas de producción en que hay mínima labranza y aplicación de coberturas de residuos de cosecha.
- El rendimiento de los cultivos establecidos en franjas es igual o superior al que se obtiene con las tecnologías tradicionales de preparación del suelo.

Referencias

- Castillo F., J. A. y Müller-Samann, K. 1996. Conservación de suelos en laderas buscando nuevas alternativas. En: Memorias de un seminario-taller sobre actualización en conservación de suelos de ladera. Centro de Estudios para la Conservación Integral de la Ladera (CECIL), Santafé de Bogotá, Colombia.

Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. de H. Jiménez Saa. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.

Muñoz, R. 1994. Manejo de suelos en minifundios de ladera de la región andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas y en curvas a nivel. Informe técnico y financiero. ICA, Sanfaté de Bogotá. 35 p.

Tamayo, V. A. 1995. Proyecto CORPOICA-COLCIENCIAS sobre manejo de suelos de ladera de la región andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas y curvas a nivel. Informe de progreso. C. I. La Selva, Rionegro-Antioquia. 15 p.

Tamayo, V. A. 1996. Agricultura sostenible en suelos de ladera de la región andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas. En: Memorias de un seminario regional sobre evaluación de estrategias y acciones de manejo y conservación de suelos de ladera para el desarrollo sostenible. IICA/CCCA-PROCIANDINO/REDAMACS, Ibarra, Ecuador. p. 71-76.

CAPÍTULO 10

Proyecto de Desarrollo Integral en Función del Ambiente Regional: Plan Patía

Juan Carlos Maya F. y Albeiro Belalcázar H.*

Resumen

La región del Alto Patía está situada en el suroccidente de Colombia, en un área limítrofe con los departamentos de Nariño y Cauca. Comprende los municipios de Arboleda, San Lorenzo, San Pedro de Cartago, Taminango, El Rosario, Leiva, Policarpa, Cumbitara, Los Andes y El Tambo (en el norte de Nariño) y los de Balboa, Bolívar, Mercaderes, Florencia y Patía (en el sur del Cauca). Estos municipios se caracterizan por sus condiciones socioeconómicas deprimidas y por el alto grado de deterioro de los recursos naturales y del medio ambiente, deterioro que se manifiesta como deforestación, desertificación, erosión y degradación del suelo, y muy escasa disponibilidad de agua.

Esta situación propició la creación del Plan de Desarrollo Integral del Alto Patía por las Corporaciones Regionales de Nariño y Cauca, con el apoyo técnico de la Misión Alemana de la GTZ. El plan fue aprobado en 1996 por el CONPES como un documento de política orientador del desarrollo de esa región, en el que se destaca la recomendación hecha al Ministerio del Medio Ambiente de declarar la cuenca del Patía como un ecosistema estratégico, dada su

conectividad e interrelación con el Macizo Colombiano y con la biogeografía de la cuenca del Pacífico.

La estrategia de desarrollo contemplada en el plan corresponde al marco del desarrollo integral participativo. Da especial énfasis a la erradicación de la pobreza, es decir, a la satisfacción de las necesidades básicas de la población por medio del incremento de la producción y la productividad agropecuaria; estos dos objetivos se logran mediante el manejo racional de los recursos naturales y del medio ambiente, y con la participación activa de la comunidad y de las instituciones.

La estrategia se funda en dos valores: (a) los activos de los pobres; (b) el modelo de la parcela familiar diversificada, muy productiva, autosuficiente y con posibilidades de dar excedentes para el mercado.

Mirándola desde la dimensión ambiental, esta estrategia apunta a un crecimiento productivo que evita el deterioro y el agotamiento de los recursos naturales, y la pérdida de sostenibilidad de los ecosistemas.

El concepto de *desarrollo sostenible* se considera en el plan como un enfoque muy sensible a las complejas realidades socioeconómicas y ambientales, que amplía los objetivos y los criterios involucrados incorporando

* Especialistas en planeación, Plan Patía, San Juan de Pasto, Nariño.

en ellos las siguientes propiedades: sostenibilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos, y aumento de la producción y la productividad. La meta final es el mejoramiento de las condiciones de vida de una región.

Introducción

La región del Alto Patía ocupa un 0.5% del territorio nacional, en la región andina suroccidental del país, en los departamentos de Nariño y Cauca. Comprende los municipios de Arboleda, Cumbitara, El Rosario, Leiva, Policarpa, San Lorenzo, San Pedro de Cartago, El Tambo, Los Andes y Taminango (unos 3100 km², en el norte de Nariño) y los de Balboa, Bolívar, Mercaderes, Florencia y Patía (unos 2900 km², en el sur del Cauca). Las condiciones económicas difíciles de esta región —que se reflejan en la excesiva desigualdad social, una pobreza crítica, la débil base productiva, el desempleo, la presencia de cultivos ilícitos, los grupos guerrilleros y la delincuencia común— se han asentado todas en este ecosistema frágil, lo que motivó al Departamento Nacional de Planeación (DNP), a las gobernaciones y a las Corporaciones Regionales de los departamentos de Nariño y Cauca a buscar alternativas para resolver esta situación. La solución deberá propiciar el mejoramiento de las condiciones físico-naturales y ambientales, económicas, sociales e institucionales de la región considerada.

Las instituciones concretaron un convenio de tipo administrativo, firmado el 9 de marzo de 1992, entre la Corporación Autónoma de Nariño y la del Cauca, con la asesoría técnica de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Este convenio dio origen al “Proyecto de Desarrollo Integral del Alto Patía” (Plan Patía) que cuenta con el aval del DNP, del Consejo Nacional de Política Económica y Social

(CONPES) de Occidente, las gobernaciones departamentales, la administración de los municipios involucrados y la comunidad.

- La *tarea inmediata* del proyecto fue dotar a la región de un plan de desarrollo —enmarcado dentro de las directrices, estrategias y políticas del Plan de Desarrollo Nacional y de los respectivos planes departamentales de desarrollo para Nariño y Cauca— que sirva de guía a la acción institucional y comunitaria en la ejecución de programas de interés social.
- El enfoque denominado *planificación integral estratégica participativa* fue el fundamento metodológico de la planificación realizada en la región del Alto Patía. Pretende incorporar, de manera efectiva y en todas las etapas del proceso, a los diferentes actores del desarrollo sostenible, principalmente a la comunidad, que es sujeto y objeto del proceso de planificación (desde la promoción hasta la gestión). Esta acción es coherente con la tendencia a la descentralización político-administrativa del país y, en particular, con los mecanismos de participación ciudadana creados por la nueva Constitución.
- El concepto de *desarrollo sostenible* que adoptó el plan es el siguiente: la búsqueda de beneficios socio-económicos para la población más necesitada, que se concretan en el mejoramiento del nivel de vida de esa población mediante el manejo integral de los recursos naturales, en forma sostenida. Este manejo comprende la conservación y recuperación de estos recursos con tecnologías apropiadas, económicamente viables y socialmente justas, incorporando el trabajo de la gente

en su ambiente. Se hace énfasis en el uso de los recursos locales y se propicia la interacción entre la naturaleza, las formas de producción y el ser humano con sus experiencias, expectativas y limitaciones.

Aspectos Físicos y Ambientales

La región goza de diferentes climas y la precipitación pluvial va de 400 a 2000 mm. Hay una zona crítica, desde el punto de vista ambiental, de 7750 ha (1.3% del área de la región) con menos de 800 mm de precipitación; su vegetación es escasa, de tipo xerofítico, y su temperatura es mayor que 24 °C. Estas condiciones tienden a empeorar y convierten, por ello, el manejo de la zona en uno de los objetivos del plan.

El relieve ofrece varios pisos térmicos con temperaturas que van desde 8 hasta 26 °C y con altitudes desde los 450 hasta los 3600 m.s.n.m. Los ríos de la región (Patía, Juanambú, Mayo, Mamaconde, Capitanes, Tallas, Sajandí, Guachicono, Mazamorras, San Jorge, Sambingo y Hato Viejo) son las fuentes hídricas y vierten al Pacífico. La oferta hídrica de la región (42.65 m³/s) está representada por agua de escorrentía, pozos, manantiales y aljibes. La aparente abundancia del recurso agua oculta un deterioro de las microcuencas que reduce severamente la disponibilidad de este recurso.

El paisaje es de "lomería o serranías" y predominan los ecosistemas frágiles en que hay evidencia de efectos antrópicos irreversibles e impactos graves en el medio físico (erosión, deforestación y desertificación). Actualmente hay más de 84,000 ha (14% de la región) en proceso de desertificación.

El bosque natural primario está prácticamente extinguido; quedan algunas manchas en las cabeceras de las microcuencas, a lo largo de los ríos (bosques de galería) y en el fondo de las cañadas que descienden de las cumbres montañosas. La mayor parte de los suelos (caños de los ríos Patía, Guaitara, Mayo y Juanambú) presenta erosión de severa a moderada.

Se puede afirmar que el manejo histórico de los recursos naturales de la región no ha sido muy adecuado. El uso del suelo, por ejemplo, se ha basado en la cultura de la quema antes de la siembra de los cultivos tradicionales y en la economía extractiva de recursos forestales y mineros.

Aspectos Demográficos

En 1992, la población de la región del Alto Patía era de 222,278 habitantes; su tasa de crecimiento era de 1.5% y su concentración en el sector rural de 82.1%. La mayor parte de esta población se halla en los pisos térmicos de 1200 m.s.n.m. hacia arriba.

La población en edad de trabajar asciende a 142,798 personas (64.2%), de las cuales unas 64,000 (44.4%) conforman la población económicamente activa (PEA). La tasa de desempleo normativo es del 48.1%. La relación de dependencia económica es de 2.7, es decir, casi tres personas dependen de otra que tiene ocupación.

Aspectos Económicos

La estructura agraria de la región es contradictoria: hay concentración de la tierra en unidades grandes y hay también un fraccionamiento intenso en minúsculas unidades de producción. El mayor número de predios (77.2%) tienen 5 ha o menos y su superficie total representa el 16.2% de la región

(72,282 ha); el 6.3% de los predios tienen 20 ha o más y en ellos se concentra el 61.8% de la superficie total.

Sectores

En la región predomina el *sector primario* de la economía, que se debe fortalecer y potenciar. En efecto, la región no podría sustentar sus expectativas de desarrollo en un sector productivo débil, con un nivel de tecnología mínimo, poco competitivo y desarticulado del contexto económico departamental y nacional.

En la estructura del valor agregado, las actividades primarias aportan el 65.5%, el sector secundario el 4.3% y el sector terciario el 30.2%. Por su magnitud (49.0%), la agricultura es la principal actividad primaria de la región. Siguen tras ella el sector pecuario (16.4%) y la explotación del recurso forestal (0.1%).

Hay desequilibrio en la *remuneración al trabajo* en la región. En promedio, el nivel de ingreso del sector primario representa el 55% (\$35,856) del salario mínimo vigente en 1992 (\$65,190). El salario promedio percibido en el sector secundario asciende a \$52,118, es decir, un 80% del salario mínimo.

En la región no hay un sistema de *apoyo a la actividad productiva*. Los productores no cuentan con asistencia técnica profesional, crédito, infraestructura de comercialización o provisión de insumos que les permita desarrollar su actividad productiva rural.

La *economía campesina* de la región es muy desigual. La pobreza crítica de los pobladores se refleja en los altos índices de *necesidades básicas insatisfechas* (NBI) en presencia de un ecosistema frágil. La estrategia de

desarrollo, por tanto, debe actuar en una dimensión ambiental.

El objetivo es que las unidades agrícolas familiares puedan subsistir, diversificarse y crecer de modo que se fortalezcan los sectores productivos primario y secundario, y se eviten tanto el agotamiento de los recursos naturales como las prácticas agrícolas incorrectas. Es visible el impacto de la pobreza en el deterioro ecológico y viceversa.

Infraestructura

La infraestructura de servicios públicos en esta zona preocupa por dos razones: (a) falta acceso a los servicios, especialmente en el área rural; (b) los usuarios no están satisfechos con la calidad y la atención de esos servicios.

La cobertura del acueducto en los municipios del sur del Cauca es del 45.4%; en la subregión de ASOJUANAMBU (Arboleda, San Pedro, San Lorenzo y Taminango) es de 48.3% y en la de ASOCORO (Cumbitara, El Rosario, Leiva, Policarpa, El Tambo y Los Andes) es de 36.9%. El nivel de cobertura del alcantarillado en la región es de 18.2%; sólo con gran esfuerzo podrían alcanzarse los promedios nacionales (77%).

El acceso vial a la región es limitado y la red de caminos internos se halla en mal estado. Ambas deficiencias obstaculizan las relaciones económicas y sociales de los pobladores. El servicio de energía es relativamente alto en el sector urbano (82.7%) y sólo llega al 22.9% en el sector rural.

Aspectos Sociales

En la región del Alto Patía, los indicadores de NBI tienen un nivel

bastante alto, comparados con los promedios nacional y departamental: 75.1% personas con NBI y 47.8% de la población en situación de miseria.

Servicios

En el plano educativo, el ausentismo escolar alcanza el 36.8% y el índice de analfabetismo es del orden del 36.5%. El 95.5% de los productores tiene menos de 5 años de educación formal, de los cuales 40.3% tiene menos de 3 años de estudio y 40.7% entre 3 y 5 años.

Los servicios de salud cubren el 22.2% de la población. Hay un médico por cada 8000 habitantes, en tanto que en el país hay uno por cada 1400 habitantes. La tasa de mortalidad infantil es de 42 por mil nacidos vivos. Las principales causas de morbilidad son: infecciones respiratorias agudas, enfermedades de la piel y parasitismo intestinal (en conjunto representan el 17.7%). El promedio de desnutrición aguda es de 26%, el de desnutrición crónica es de 49% y la tasa global de desnutrición es de 44%.

Se consume agua que no es potable, las basuras se desechan de manera incontrolada y poco adecuada, el aseo de mataderos y establecimientos similares es muy precario, y no se dispone higiénicamente de las escretas a nivel rural; estos hechos indican deficiencias en la infraestructura básica de la región y señalan los riesgos del manejo dado al aspecto sanitario de la región.

La vivienda sin servicios básicos y el hacinamiento crítico constituyen uno de los más graves problemas de la región; el segundo es la falta de servicios básicos generales (acueducto y alcantarillado). Hay un déficit aproximado de 10,000 viviendas y, según el índice de NBI, el 39.2% de la población reside en viviendas inadecuadas (pisos de tierra, techos de teja o cartón y paredes de bahareque).

Instituciones y comunidad

Falta liderazgo institucional y compromiso para desarrollar una acción integral de desarrollo. Hay desconfianza en la comunidad frente a las instituciones, se duplican las acciones y no se racionaliza mucho la inversión pública.

Las organizaciones existentes están muy dispersas y son poco operantes; no hay, por tanto, en la región un tejido social que permita la aplicación de programas de desarrollo comunitario. Hay 2207 formas organizativas que agrupan 23,152 personas, apenas el 10.4% de la población total de la región; esto significa que, de cada 100 personas, no participan ni siquiera 10 que pertenezcan a alguna organización colectiva.

Objetivos del Plan de Desarrollo

Objetivo global o meta

Propiciar las condiciones que faciliten un desarrollo físico-espacial, económico, social y ambientalmente sostenible en la Región del Alto Patía, para reducir los desequilibrios internos de la región y aliviar o erradicar la pobreza crítica existente.

Objetivo del plan

Mejorar el sistema productivo de la región mediante la diversificación de la producción, de la estructura económica, y del uso racional y sostenible de los recursos naturales y ambientales. Extender los servicios sociales básicos e incorporar la infraestructura económica y social al desarrollo regional mediante la creación de espacios de participación y gestión comunitaria.

Objetivos específicos o resultados

Económicos

- Acortar la brecha que separa el desarrollo de la región del Alto Patía y el del país.
- Incrementar la participación de los sectores secundario y de soporte en la producción (sector terciario), dentro del PIB de la región, con el fin de implementar una estrategia de diversificación de la producción.
- Elevar del 27% al 38% la tasa de población económicamente activa.
- Elevar el nivel de ingreso en los sectores primario y secundario, y el ingreso per cápita.
- Disminuir la tasa de desempleo y subempleo de la región del 48.1% (en 1992) al 33.4% (en el 2007).

Sociales

- Mejorar la cobertura y la calidad de la educación en la región del Alto Patía, así: la educación preescolar, del 6.6% al 20.0%, y la educación secundaria, del 13.1% al 46.0%. Disminuir, además, la tasa de analfabetismo.
- Extender la cobertura y mejorar la calidad de los servicios del primer nivel de atención en salud.
- Atender el problema de vivienda: la de características físicas inadecuadas (déficit cualitativo) y el hacinamiento crítico (déficit cuantitativo).
- Mejorar el grado de organización y participación comunitarias, reconociendo los componentes estructurales, antropológicos, étnicos, sociales y culturales de la comunidad, para contribuir al desarrollo social de la región.

De infraestructura física

- Aumentar la cobertura y mejorar la calidad de los acueductos urbanos y rurales de la región, con el fin de reducir los niveles de morbilidad y mortalidad, elevar el nivel de vida y disminuir las necesidades básicas insatisfechas en el campo de la vivienda. El servicio de acueducto aumentará de 45.2% a 56.3% y el de alcantarillado de 18.2% a 24.7%. Además, el plan elevará la calidad de la electrificación a nivel urbano y rural y aumentará su cobertura de 32.6% a 38.4%.
- Mejorar la red vial existente y ampliar la cobertura vial, incorporando la evaluación del impacto ambiental de esas obras. Se establece así el modelo actual de "espina de pescado" para construir una malla vial a partir de los corregimientos y veredas de mayor potencial agropecuario. Se espera que el plan aumente la densidad vial de 292.3 a 308.1 m/km².
- Reforzar las cabeceras municipales (primer nivel) y las cabeceras de corregimiento (asentamientos de segundo nivel) con los sistemas de apoyo adecuados a su jerarquía funcional.

Naturales y ambientales

- Conservar los ecosistemas de interés existentes en la región mediante la protección, la regeneración y el establecimiento de áreas forestales autóctonas y de hábitat para la fauna y la flora. El plan permite concretar además los siguientes objetivos:
- Delimitar, preservar y proteger 34,090 ha de bosques primarios no intervenidos, localizadas en los municipios de Policarpa, Cumbitara y El Rosario.

- Establecer 11,445 ha de bosques dendroenergéticos (6867 ha en el primer quinquenio, 3000 ha en el segundo y 1578 ha en el tercero).
- Lograr el ordenamiento y manejo de 28 microcuencas. Área prioritaria: 14,710 ha.
- Recuperar y manejar ambientalmente las áreas degradadas de las siguientes regiones: meseta de Mercaderes: 14,520 ha (área prioritaria: 3500 ha); meseta de El Bordo: 9110 ha (área prioritaria: 2300 ha); zona xerofítica: 9320 ha (área prioritaria: 3200 ha).
- Evitar las pérdidas de suelo mediante el control de los procesos erosivos.
- Disminuir la contaminación ambiental a que está sometida la región del Alto Patía (agua, suelos, aire).
- Prevenir los riesgos naturales y antrópicos que afectan la vida, la salud y los bienes de la población asentada en zonas donde estén presentes esos riesgos.
- Hacer que la disponibilidad y la demanda de los recursos hídricos sean compatibles, con el fin de garantizar el aprovechamiento racional de este recurso.

Institucionales y de gestión

- Lograr que el Plan Patía sea acogido por la comunidad, las instituciones, los gobiernos (local, departamental y nacional) y los organismos de cooperación internacional como el plan que dirija el ordenamiento territorial y socioeconómico del Alto Patía. De esta forma se garantizará la coordinación interinstitucional para el manejo del plan y para su

implementación (mediante entes territoriales, entidades, ONG, etc.)

Estrategia Básica

La metodología anterior indica que la *pobreza crítica y la miseria* de la región del Alto Patía son el problema prioritario, causa y efecto del deterioro ambiental.

Hay que luchar contra la pobreza. Esta lucha está ligada a la satisfacción de las necesidades básicas no atendidas, que es un objetivo del plan integral de desarrollo de la región y se alcanzará logrando dos resultados de dicho plan:

- Incrementar la capacidad de generación de ingresos (mejorando las condiciones de productividad y empleo) de los grupos más pobres de la población (línea de pobreza).
- Garantizar la prestación directa (y la mejor calidad) de los servicios necesarios para satisfacer las NBI.

El supuesto básico de este enfoque es que el mero crecimiento económico, en el contexto de una economía de mercado, no permitirá corregir la situación de extrema pobreza existente en la actualidad. Las condiciones de desigualdad social y de marginamiento en que se halla la región han sido heredadas de generación en generación y la acción del Estado Colombiano contra ellas tiene efectos débiles, de escasa magnitud, de naturaleza transitoria y de tipo paliativo.

La estrategia de desarrollo propuesta se basa en *tres objetivos*:

- satisfacción de necesidades básicas (de las zonas rurales, principalmente), como se indicó antes;
- incremento de la producción y la productividad (con manejo

racional y sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente);

- participación activa de la comunidad y de las instituciones.

Tres principios fundamentales respaldan esta acción:

1. El sector agropecuario debe crecer y dinamizarse logrando la plena capacidad de absorción de empleo e incrementando la productividad en términos del valor agregado de la producción por unidad de trabajo.
 - Condición: garantizar el manejo racional y sostenido de los recursos naturales y del medio ambiente, en beneficio de las generaciones futuras. El mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural la motivará a participar activamente en todo el proceso de desarrollo.
2. El sistema de soporte de la actividad productiva, es decir, los servicios que apoyan la producción y contribuyen al mejoramiento de las condiciones de vida del campesino, debe desarrollarse.
3. La participación activa de la población local involucrada en el proceso de desarrollo (el grupo meta) debe promoverse, teniendo en cuenta que el desarrollo rural regional depende de los cambios que ocurran en la estructura social y en los modos de vida.

El problema de la pobreza crítica y de las desigualdades sociales excesivas —en un ecosistema frágil y dentro de una economía campesina— se soluciona aplicando las siguientes acciones:

- Desarrollar el potencial que tienen los activos de los pobres, es decir,

establecer una *parcela familiar diversificada*, muy productiva, autosuficiente y con posibilidad de dar excedentes para el mercado. Dentro de una dimensión ambiental, esta parcela representa el crecimiento productivo que evita el deterioro y el agotamiento de los recursos naturales, o sea, la pérdida de sustentabilidad de los ecosistemas.

- Acompañar el crecimiento económico con la intervención real, constante y protagónica del Estado, puesto que los pobres suelen ser los más afectados y los menos preparados para protegerse a sí mismos [en estos procesos] ya que causan, movidos por su ignorancia, su falta de recursos y sus necesidades inmediatas, gran parte del daño que afecta el medio ambiente.

Plan de Inversiones

El Plan Patía espera realizar la estrategia antes planteada mediante un Plan de Inversiones que tiene los siguientes propósitos:

- Orientar la distribución de las asignaciones hacia las áreas de recursos para infraestructura y equipamiento social, tanto en calidad como en magnitud.
- Conciliar los intereses comunitarios y las necesidades sentidas que más convengan a la región con los intereses institucionales y las propuestas técnicas de planificación.
- Garantizar una evaluación positiva (hacia el futuro) de sus planteamientos técnicos y de su concepción social.
- Ajustarse a los objetivos fundamentales del Plan de Desarrollo.

El Plan de Inversiones hizo un diagnóstico de la región e identificó las siguientes necesidades:

- De carácter *estructural y estratégico*: recuperación de áreas críticas y manejo ambiental; ordenamiento y manejo de microcuencas; recuperación de suelos con posibilidad de renovación.

Diversificación de la producción agropecuaria; reubicación de poblamientos campesinos cuando sea necesaria y se haga en forma adecuada.

- De ampliación y dotación rápidas de la *infraestructura social* económica: vivienda, acueductos, alcantarillados, educación, salud, electricidad, caminos vecinales, equipamiento urbano.
- De integración del *componente cultural* y organizativo: desarrollo comunitario, desarrollo cultural y

comunicación alternativa, erradicación de la mendicidad.

- De *implementación* del plan: crear o adecuar un organismo encargado del seguimiento y la evaluación de la implementación del plan de inversiones.

Monto y prioridad

Las inversiones ascienden a \$431,939 millones hasta el año 2007.

- Los aspectos productivo y ambiental de la región absorben el 45.8% de las inversiones; el sector agropecuario tiene una alta participación que incluye diseño y construcción de distritos de riego.
- Las obras de infraestructura social y económica reciben el 50.9%, distribuido así: en vivienda, 17.6%); en acueductos y alcantarillados, 7.0%; en educación, 4.6%; en vías, 11.2%; y en salud, 4.2%.

CAPÍTULO 11

Proyecto Checua - Control de la Erosión: Convenio Colombo-Alemán CAR-GTZ-KfW¹

Hugo Alberto Gómez G.*

Cada año, el caudal del río Checua se utiliza durante 2 meses para suministrar agua potable a una parte del Distrito Capital de Santafé de Bogotá. El análisis físico practicado a las muestras de agua tomadas en la parte baja del río Checua indicó que el contenido de materia sólida en suspensión llega a niveles extremadamente altos. El *objetivo principal* de este proyecto es, por consiguiente, controlar la erosión ocasionada por el río Checua. A través de ese objetivo, el proyecto apunta a los siguientes objetivos específicos:

- Mejorar, de manera sostenible, tanto la calidad del agua del Distrito Capital como las *condiciones* socioeconómicas y ecológicas de los pobladores de la cuenca del río.
- Mejorar la *comprensión* de los procesos erosivos, de sus causas y sus efectos, tanto entre la población como entre las autoridades; la falta de estos conocimientos y las consecuencias derivadas de ella permitió, en el pasado, el avance descontrolado de la erosión en una zona cuya formación geológica la hace poco resistente a este fenómeno.

1. Resumen del editor.

* Convenio Colombo-Alemán, Proyecto Checua.

Localización

El ámbito geográfico del proyecto se amplió a medida que se obtenían resultados. Inicialmente se trabajó en la cuenca del río Checua, que tiene aproximadamente 17,000 ha. Más adelante, la influencia del proyecto se extendió a las cuencas adyacentes de los ríos Suta y Ubaté y a la cuenca de la Laguna de Cucunubá, llegando así a 64,000 ha. Finalmente, en el último semestre de 1994 se adicionó la hoya hidrográfica de la Laguna de Fúquene. En total, el proyecto atiende hoy 125,000 ha y 14,000 familias campesinas de escasos recursos.

Causas y Actividades

El deterioro ambiental encontrado en el área de trabajo se asoció con dos causas bien definidas:

- Las condiciones naturales que limitan la acción del hombre.
- El uso equivocado del entorno físico-natural por parte de los pobladores.

La primera causa (la natural) es difícilmente modificable; por tanto, el proyecto concentró sus esfuerzos en la *acción humana*, causa influenciada y raíz del problema.

Se encaminó entonces el proyecto a desarrollar y ejecutar, juntamente con los campesinos, una serie de prácticas conservacionistas sencillas que buscaban preservar el suelo como base de la vida. Era necesario, por tanto, que el campesino comprendiera la relación causa-efecto del proceso erosivo y el papel protagónico que él desempeñaba en esa relación.

En áreas deterioradas

Donde el suelo está completamente deteriorado y el campesino no obtiene de él ningún provecho económico, el proyecto ejecuta obras biomecánicas, cuyos propósitos son los siguientes:

- retención de humedad por infiltración obligada del agua de lluvia;
- disminución de la energía de arrastre de la escorrentía superficial;
- mejoramiento, gracias a los anteriores, de las condiciones necesarias para restablecer una cobertura vegetal;
- reducción al mínimo del transporte de sedimentos, que permanecerán atrapados en las zanjas de la obra biomecánica;
- evitar que los cuerpos lagunares y ríos sean colmatados por sedimentos.

En suelo aprovechable

La mayor parte de la zona recientemente añadida al proyecto es todavía fértil y el campesino obtiene casi todos sus ingresos cultivando la tierra. El proyecto, junto con las familias campesinas, desarrollaron allí sistemas agropecuarios alternos que permitían controlar la erosión mediante el método —nuevo en la zona

de laderas del altiplano— de la *labranza mínima*.

Esta práctica conservacionista consiste en depositar la semilla en el suelo sin necesidad de ararlo, mover muy poco el suelo durante la siembra y, finalmente, mantenerlo cubierto con una capa protectora formada con los residuos del cultivo anterior.

La labranza mínima es, actualmente, la mejor opción —si no la única— para lograr una agricultura sostenible. Se apoya en tres pilares fundamentales:

- *cobertura* permanente del suelo;
- *mínima o ninguna preparación* del suelo mediante implementos agrícolas;
- *abonos verdes* incluidos en la rotación de cultivos.

Resultados

La labranza mínima se aplica actualmente, con buenos resultados, en las tierras frías del altiplano cundiboyacense en cultivos de arveja (*Pisum sativum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papa (*Solanum tuberosum*).

Como abonos verdes y como cultivos de rotación se siembran, principalmente, avena (*Avena sativa*, *A. strigosa*), vezas o habas (*Vicia* sp.), crucíferas como la mostaza (*Brassica nigra*) y el nabo (*Brassica napus*, *B. oleracea*), y el pasto raygrás anual (*Lolium multiflorum*).

El porcentaje de cobertura de un suelo determina el grado de infiltración de agua de éste. En suelos totalmente cubiertos, la infiltración se acerca al 100%, el escurrimiento superficial es mínimo, y los riesgos de erosión son nulos.

El éxito del Proyecto Checua - Control de la Erosión se debe a dos factores:

- Un objetivo claramente definido: controlar la erosión.
- Un equipo de trabajo calificado, motivado y relativamente autónomo en sus decisiones, que convirtió la participación de los agricultores en eje fundamental de su labor.

El equipo está conformado por técnicos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y por asesores de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ); cuenta además con el apoyo financiero del Banco de Crédito para la Reconstrucción (KfW) de Alemania (en alemán, Kreditanstalt für Wiederaufbau).

CAPÍTULO 12

La Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) Contribuye al Manejo Integral de Suelos y Aguas¹

Antonio Sánchez y Pedro Yáñez*

El Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Región Andina (PROCIANDINO) tiene en REDAMACS un mecanismo que estimula la cooperación tecnológica de los países y los integra en la tarea de hacer un aprovechamiento sostenible del suelo y del agua en la región andina.

Uno de los propósitos de la Red es diseñar estrategias tanto para homologar los procedimientos que organizan la información y facilitan su uso como para generar nuevos conocimientos en el área del uso sostenible de los recursos naturales. REDAMACS contribuye así a hacer eficientes los procesos de generación y transferencia de tecnología en el manejo de los suelos y aguas de la zona andina.

Proyectos

Para implementar su acción, REDAMACS se vale de *proyectos interinstitucionales cooperativos* que hacen énfasis tanto en la transferencia horizontal de conocimientos y de

tecnología como en el desarrollo de instrumentos que faciliten el intercambio tecnológico y mejoren la eficiencia de la investigación y la propia transferencia de tecnología.

La formulación y la ejecución de los proyectos de REDAMACS en relación con el agua partió de esta doble hipótesis:

- Existe en algunos países un cúmulo importante de información básica y de resultados de la investigación sobre los recursos naturales de esos países.
- El uso de esa información es deficiente porque los mecanismos de articulación interinstitucional son muy dispares.

Partiendo de esta base, se desarrollan los tres proyectos siguientes:

- Uso y manejo conservacionista de suelos y laderas.
- Diseño e implementación de un sistema de información para el manejo sostenible de los recursos naturales.
- Indicadores de sostenibilidad de la agricultura de ladera.

La ejecución de estos proyectos promueve la creación de equipos

1. Resumen del editor.

* Especialista en Cooperación Técnica, FONAIAP-CENIAP, Maracay, Venezuela.

interdisciplinarios e interinstitucionales en cada país. Se elige luego una *microcuenca hidrográfica piloto*, o sea, un área básica de acción en la cual se aplican los principios de evaluación de tierras y de manejo integrado de los recursos naturales.

Actividades

Una de esas áreas piloto es la microcuenca del Río Pereño, en el Estado Táchira, en Venezuela, que ha servido de referencia a otros países. En esta cuenca se realizaron procesos de evaluación de tierras basados en datos y mapas temáticos sobre los recursos naturales de la cuenca y se elaboraron recomendaciones para el manejo de tales recursos.

Se utilizó en este estudio el sistema de información para el manejo

de los recursos naturales (SIRENA), que sirvió de interfaz respecto al sistema automatizado de evaluación de tierras ALES y al sistema de información geográfica IDRISE.

El objetivo principal es la estabilización de sistemas de aprovechamiento de la microcuenca para que sean compatibles con el *uso de las aguas* y con el mantenimiento de su calidad. Esta es la vocación y el destino de los ecosistemas de esta microcuenca piloto que surte de agua potable a una población de 800,000 habitantes.

El estudio de estos datos condujo a la proposición y negociación de un *plan de manejo integral* basado en la identificación y la definición de usos pertinentes de los recursos de la cuenca y en la validación y transferencia de las tecnologías promisorias.

CAPÍTULO 13

Desarrollo Armónico de la Comunidad de una Cuenca en Colombia mediante la Concertación entre Comunidad e Instituciones

Magnolia Hurtado de Campo*

Resumen

La participación comunitaria integrada a la *cadena lógica de la sostenibilidad* es el cimiento que sostiene el trabajo interinstitucional desarrollado por los miembros del Consorcio Interinstitucional para una Agricultura Sostenible en Laderas (CIPASLA) con la comunidad de la cuenca del río Ovejas, en el municipio de Caldono, al nororiente del departamento del Cauca, en Colombia.

CIPASLA es una asociación sin ánimo de lucro debidamente reconocida por el estado colombiano, que está conformada por 15 instituciones pertenecientes tanto al orden público como al de carácter no gubernamental y al internacional. Estas instituciones están articuladas con la comunidad a través de la Asociación de Beneficiarios de la Subcuenca del Río Cabuyal (ASOBESURCA), ente que aglutina los distintos niveles de organización existentes en la región, que representa a la comunidad en la Junta Directiva y en la Asamblea General de Socios de CIPASLA, que participa en la definición y aprobación de los planes trazados para la zona, y que le hace veeduría

ciudadana a la ejecución de los proyectos.

El consorcio ha consolidado este trabajo interinstitucional en 4 años de labores, desarrollando en ese tiempo un proceso pedagógico permanente con un triple objetivo:

- vincular la comunidad con las decisiones que afectan su propio desarrollo;
- erradicar de manera paulatina el protagonismo y el celo institucional;
- incorporar la recuperación y la protección de los recursos naturales a los procesos de producción agropecuaria mediante las siguientes acciones: investigación, capacitación, organización comunitaria, producción, transformación y comercialización.

Los logros obtenidos por los distintos componentes del consorcio CIPASLA le han permitido a éste ampliar su radio de acción a toda la cuenca del río Ovejas, donde ha compartido la experiencia adquirida con investigadores, instituciones y comunidades provenientes de diversas latitudes, con el ánimo de que este proceso pueda repetirse en otras regiones.

* I.A., Directora Ejecutiva, CIPASLA, Popayán, Cauca, Colombia.

Introducción

La mayor parte de la *economía campesina* de Colombia está asentada en la zona andina. Esta economía se vale de una tecnología local de producción que utiliza de manera intensiva los recursos endógenos de los ecosistemas, con el consecuente deterioro de los recursos naturales.

La investigación agropecuaria favoreció durante muchas décadas a la agricultura comercial y dejó la economía campesina supeditada al 'trasplante' de modelos productivos; no se hacía, por ello, la investigación adaptativa que requería ese modelo. Estas experiencias poco exitosas se reflejan en los bajos niveles de adopción de tecnología agropecuaria y en el creciente desequilibrio que se introdujo en los recursos naturales.

El estado ha implementado diversos programas de *desarrollo rural*, que fueron concebidos con buena intención aunque desconocían la participación campesina a la hora de definir la acción. La labor de las instituciones ha tenido un carácter puntual y se ha separado de la acción que realizan otras organizaciones, lo que impide la suma de esfuerzos y de recursos necesaria para promover una respuesta efectiva a la problemática campesina.

Los trabajos que se han hecho en conservación o recuperación de los recursos naturales se han aislado de las acciones encaminadas al desarrollo de la producción; muchas veces, esos trabajos han tenido un carácter represivo que provoca el desinterés o el rechazo comunitario. La protección de los recursos naturales ha sido enfocada desde el ángulo romántico y se ha polarizado; olvidó, por ello, que la comunidad campesina tuvo históricamente un concepto de la sostenibilidad y que requiere, frente a la problemática que vive actualmente,

de alternativas de recuperación de los recursos naturales que representen, además, un mejoramiento en su nivel de vida, es decir, que sean soluciones económicamente rentables.

La Participación y Veeduría Ciudadanas es un mandato que introdujo la nueva Constitución Política de Colombia para todas las actividades que se relacionen con el desarrollo del país. Esta nueva cultura enfrenta la resistencia de instituciones y funcionarios que se consideran 'dueños del conocimiento' y se niegan a dar participación a los beneficiarios de los servicios u obras que unas y otros ofrecen.

Partiendo de estas consideraciones, se conformó en 1993, en el municipio de Caldon, departamento del Cauca, Colombia, el Consorcio Interinstitucional para una Agricultura Sostenible en Laderas (CIPASLA). Lo integran 14 organizaciones tanto del orden internacional y público como del privado y comunitario, y su objetivo es trabajar en el *desarrollo armónico* de los habitantes asentados inicialmente en la subcuenca del río Cabuyal y posteriormente en la cuenca del río Ovejas, aplicando un modelo de coordinación interinstitucional y de participación comunitaria.

Caracterización de la Región

La cuenca hidrográfica del río Ovejas se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Central, al norte del departamento del Cauca, entre los 75° 20' y 76° 44' de longitud O y entre los 2° 35' y los 3° 00' de latitud N. Tiene una extensión de 49,765 ha. Su altura sobre el nivel del mar varía desde los 1100 m en el río Cauca (al oeste) hasta los 3000 m en el municipio de Silvia (al este). Esta diferencia de altitud afecta el clima, que es cálido y seco en el cañón del río Cauca, con una

temperatura media de 24 °C y una precipitación media anual de 1400 mm; es, en cambio, frío y húmedo en las estribaciones de la Cordillera Central, donde la temperatura media es de 12 °C y la precipitación media anual de 2500 mm.

Tierras y suelos

La cuenca del río Ovejas está conformada por los ríos Pescador, Cabuyal y Guaicoche. El relieve es plano en el piedemonte, tiene pendientes suaves y disectadas en la zona media, y es escarpado en la zona alta de la cuenca. Los suelos son de origen volcánico, de tipo Andesítico, medianos, muy profundos, bien drenados, y se clasifican en los grupos agroecológicos IVes-28 y VII-48 (relieve accidentado, alto nivel de erosión y baja fertilidad). Tienen bajos contenidos de calcio y magnesio, van de ácidos a muy ácidos (pH 4.3 a 4.8), tienen un alto contenido de aluminio, y su tasa de descomposición de la materia orgánica es alta.

El suelo de la cuenca, según el diagnóstico de la UMATA de Caldoño, tiene la siguiente utilización: pastos de pastoreo (7422 ha), pastos naturales (11,868 ha), cultivos permanentes (5692 ha), cultivos transitorios (3143 ha), áreas urbanas y de recreación (2207 ha), bosques naturales (6047 ha) y rastrojos (10,396 ha).

La flora se agrupa en 40 familias taxonómicas, 64 géneros y 98 especies. Los valores de diversidad, según Shanon-Weaver, oscilan entre $H = 2.63$ y $H = 4.32$, que se consideran altos porque los ecosistemas de la región están muy intervenidos.

Población

El 56% de la población es propietaria de los predios y un importante número de pobladores (20%) viven en condición

de arrendatarios. Predominan los predios menores de 5 ha (87.8%). Hay diversidad étnica en la cuenca: en la zona alta viven los indígenas paeces agrupados en resguardos, la comunidad indígena guambiana posee tierras en sitios dispersos de la región, y la población mestiza ocupa la parte media de la cuenca. En la zona baja han aparecido fincas veraniegas cuyos propietarios son vallecaucanos, principalmente. La tasa de analfabetismo es de 28.3% y el 13.1% de la población recibe la educación primaria completa.

La población cuenta con buena infraestructura para la atención básica en salud, con buena atención de consulta externa y con un adecuado servicio de ambulancia. Las enfermedades más frecuentes son de origen parasitario y de tipo bronco-respiratorio. La mayoría de las veredas cuenta con acueductos por gravedad, sin potabilización del agua; no existe alcantarillado y las aguas usadas se convierten en fuente de contaminación. Las partes media y baja de la cuenca tienen electrificación.

La comunidad mantiene una tradición de organización inspirada en principios de solidaridad, convivencia y fraternidad. El cabildo indígena y las juntas de acción comunal son *formas organizativas* mediante las cuales la comunidad asume las reivindicaciones que son de interés general. Los grupos de amistad, de investigación participativa y de intercambio de mano de obra y las asociaciones de productores congregan a los productores que tienen a su cargo la producción y la comercialización de los productos de la zona.

Vías y producción

La cuenca es atravesada por la carretera panamericana, en la que desembocan varias carreteras

secundarias y vías de penetración cuyo mantenimiento y conservación son deficientes. El servicio de transporte de carga y pasajeros es escaso y costoso en las vías secundarias. Las cabeceras de Pescador y Siberia cuentan con servicio de telefonía. No hay en la región un sistema de información de precios y mercados (Cuadro 1).

La actividad agroindustrial es considerable y está representada en los procesos de transformación de la yuca, el café y el fique.

Misión y Objetivos

La misión de CIPASLA es desarrollar, en conjunto con la comunidad, acciones que contribuyan a mejorar los niveles de vida de la población de la cuenca del río Ovejas, mediante actividades organizadas dentro de la cadena lógica de la sostenibilidad (organización, capacitación, investigación, producción, conservación de los recursos naturales, transformación y comercialización), respetando los valores y la cultura local.

Una vez conformado el consorcio CIPASLA, surgió la Asociación de Beneficiarios de la Subcuenca del Río Cabuyal (ASOBESURCA), una

organización complementaria de las Juntas de Acción Comunal y del Cabildo Indígena. Sirve de interlocutora, en representación de la comunidad, cuando se definen las actividades que CIPASLA ejecuta en la cuenca.

CIPASLA se esfuerza en la actualidad por alcanzar los siguientes objetivos:

- Fortalecer la capacidad de autogestión de las organizaciones comunitarias (generación de recursos, formulación de proyectos).
- Llevar a cabo programas comunitarios para la educación ambiental y cultural.
- Desarrollar programas de capacitación técnica y socioeconómica que permitan mejorar los niveles de participación de los pobladores.
- Introducir, recuperar y validar prácticas para el manejo de la cobertura viva del suelo, con el fin de estabilizar el suelo y mejorar el manejo del agua.
- Recuperar alternativas que garanticen la seguridad

Cuadro 1. Producción agrícola en Caldono, según el censo de la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA) en 1996.

Producto	Area sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Frijol tecnificado	1000	1500	1.50
Frijol tradicional	50	25	0.50
Maíz tradicional	70	42	0.60
Yuca	300	2454	8.20
Café	2247	1870	0.84
Caña panelera	178	581	0.33
Mora	121	303	0.26
Plátano	330	495	1.50
Fique	4300	5180	1.20
Tomate			22.00

alimentaria y la producción e introducir las en los sistemas de producción agropecuaria.

- Reducir la deforestación en áreas vitales.
- Introducir prácticas de conservación de suelos.
- Identificar la oferta y la demanda del recurso hídrico y elaborar metodologías para hallar zonas potencialmente aptas para el riego en ladera.
- Mejorar la eficiencia de los mercados actuales y estudiar la posibilidad de crear nuevos canales de mercadeo aplicando procesos de transformación y valor agregado a los productos.
- Coordinar acciones que faciliten la ejecución de proyectos de infraestructura y saneamiento básico.
- Desarrollar un modelo de metodología que pueda aplicarse en otras cuencas.

El objetivo final del consorcio es lograr que su experiencia sea repetible en otros ecosistemas de ladera.

Metodología

Noviembre de 1992. Se reunieron 20 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que mantenían actividades en la cuenca del río Ovejas para explorar la factibilidad de un consorcio coordinador de la acción que desarrollaban las instituciones locales para reducir la pobreza y detener el deterioro de los recursos naturales. Constituido el consorcio, se establecieron su misión y sus objetivos, se estudió su organización y se examinaron los criterios para escoger el área de trabajo.

Se inició entonces una fase de diagnóstico y de *planeación del consorcio*. La subcuenca del río Cabuyal se escogió como el área piloto de la que se extrapolarían los resultados a otras regiones de la cuenca del río Ovejas. Se conformó un *Comité Coordinador*, integrado por cuatro representantes: uno de las instituciones gubernamentales, uno de las entidades no gubernamentales, uno de las instituciones internacionales y otro de la comunidad. Se establecieron dos comités: el *Comité de Apoyo*, integrado por los representantes legales o los delegados de las instituciones y organizaciones socias del consorcio, y el *Comité Técnico*, constituido por los técnicos de las instituciones que laboran en la región. A cada comité se le asignaron funciones y se convino en nombrar un Director Ejecutivo que coordinara las acciones del consorcio y lo representara ante los medios interno y externo.

Febrero y marzo de 1993. El proyecto de investigación participativa en regiones agrícolas (IPRA) del CIAT, en colaboración con UMATA de Caldon, CRC y CVC, hicieron un *diagnóstico participativo* para conocer la percepción de los agricultores sobre su problemática, las causas de ésta y las propuestas de solución. Dos razones justificaban este diagnóstico: primera, asegurarse de que los objetivos del consorcio coincidían con los de la comunidad; segunda, identificar la forma como se relacionaban entre sí estos problemas.

Marzo de 1993. Se llevó a cabo un *taller de planeación por objetivos* (PPO) en el cual participaron 18 entidades y 6 líderes de la comunidad. Se consolidó la naturaleza interinstitucional del consorcio y se ajustó a la problemática de la comunidad. Se construyeron tres herramientas de trabajo: un 'árbol de problemas', un 'árbol de objetivos' y una 'matriz de planeamiento'; con ellas

se identificaron los objetivos y su relación con las actividades, con los indicadores de progreso y con los métodos para verificar los logros.

Los resultados de este taller permitieron al consorcio elaborar proyectos para alcanzar los objetivos y para buscar financiación a nivel nacional e internacional. Se aprobaron 13 proyectos que cubrían varios componentes de la cadena lógica de sostenibilidad.

Años 1993-1996. En estos 4 años, CIPASLA funcionó como un ente *coordinador entre las instituciones y la comunidad*, y dedicó tiempo y esfuerzos a crear espacios de participación comunitaria en las actividades institucionales, a propiciar el desarrollo de la autoestima campesina, y a promover el trabajo interdisciplinario de las instituciones con el fin de erradicar el celo y el protagonismo. Los logros obtenidos permitieron que entidades financieras internacionales y nacionales respaldaran con recursos los proyectos que se han ejecutado y los que están en ejecución

Año 1997. El consorcio CIPASLA se convirtió en *persona jurídica* debidamente reconocida por el Estado colombiano para desarrollar su capacidad de gestión y de contratación. En esta ocasión se reformó su estructura organizativa: el Comité de Apoyo pasó a ser *Junta Directiva* y el Comité Coordinador se convirtió en la *Asamblea General de Asociados*; el *Comité Técnico* conservó su composición y sus funciones; a la *Dirección Ejecutiva* del consorcio se le dieron poderes de representación y de contratación con el propósito de garantizar la eficiencia de la gestión. Internamente, la reestructuración facilitó el cumplimiento de los compromisos de ley así como el control y el seguimiento de los proyectos en ejecución y de los recursos empleados.

Actividades y Resultados

La acción del consorcio se lleva a cabo a través de seis componentes, que se describen a continuación.

Componente de organización comunitaria

La *organización comunitaria* y la *cadena lógica de la sostenibilidad* son los elementos fundamentales de la idea de desarrollo armónico de una región. ASOBESURCA representa a la comunidad en la planeación, ejecución y evaluación de las acciones que realiza CIPASLA. ASOBESURCA agrupa a todas las organizaciones sociales, investigativas, gremiales y económicas que existen en la región y las representa en el consorcio con dos de los cinco miembros que conforman la Junta Directiva de éste. Para el cumplimiento de sus funciones, la Asociación cuenta con una Junta Directiva y cuatro comisiones:

- *Vigilancia*, que controla los actos administrativos de la Asociación, hace monitoría a los proyectos que están en ejecución y los evalúa.
- *Trabajo*, que coordina las actividades en ejecución con los técnicos del consorcio.
- *Proyectos*, que estudia y aprueba los proyectos presentados por la comunidad.
- *Comunicaciones*, que divulga en la comunidad las actividades y logros alcanzados.

ASOBESURCA participa en la definición y ejecución de algunas de las investigaciones que se desarrollan en la región a través de los *Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL)*, conformados por agricultores. Debidamente capacitados y apoyados, estos agricultores se responsabilizan,

dentro de la cadena lógica de la sostenibilidad, de la ejecución de los ensayos que buscan soluciones o respuestas técnico-económicas a los problemas agropecuarios.

ASOBESURCA maneja un 'capital semilla' y otorga pequeños créditos a los agricultores para apoyar proyectos productivos y de transformación. La Asociación cuenta con grupos de producción dedicados a la obtención de flores de corte (anturios), semillas de frijol y maíz y hortalizas, y a la producción ganadera. La Asociación de Empresarios del Río Cabuyal (ASERCA) es una microempresa que produce panadería y derivados lácteos.

El consorcio apoya además a la emisora *Siberia Verde Stereo*, cuyo propietario es un campesino de la región; la emisora hace una labor de educación ambiental enviando continuamente mensajes a la comunidad, dando información sobre las actividades que realizan CIPASLA y ASOBESURCA y promoviéndolas.

Componente de investigación

Para poder hacer 'desarrollo sostenible', es necesario investigar en la región, con la participación de la comunidad, para hallar tecnologías que protejan y recuperen los recursos naturales y que tengan, además, la viabilidad técnico-económica capaz de mejorar el nivel de vida de los productores. Se hallaron por ello soluciones tecnológicas fácilmente adoptables por los productores gracias a su viabilidad económica y a su contenido ambiental. No ha ocurrido así con muchos modelos de 'agricultura orgánica' que se ofrecen en la región. La investigación básica, aplicada y adaptativa que se ha desarrollado es la siguiente:

- Cambios ocurridos en el uso del suelo y caracterización de los sistemas de producción a partir de los sistemas de información

geográfica (SIG) y de imágenes satelitales.

- Sistemas de producción implementados con prácticas de conservación de recursos naturales.
- Uso de algunas especies de leguminosas como cobertura del suelo.
- Tecnologías orgánicas para el manejo de la fertilidad del suelo.
- Almacenamiento y uso de aguas de escorrentía en zonas de ladera para suplir deficiencias hídricas en diversos sistemas de producción.
- Potencial de rendimiento de los cultivos tradicionales.
- Alternativas de producción de maíz y de frijol.
- Adaptación de materiales de germoplasma de yuca.
- Prototipos de sistemas agrosilvopastoriles para intensificar la producción en las laderas en forma ecológicamente apropiada.
- Evaluación del uso de la energía animal en prácticas de cultivo y en la cosecha de cultivos de ladera.
- Respuesta de las Musáceas a algunas prácticas de abonamiento.
- Adaptación de las plántulas de plátano de las variedades Dominico y Dominico Hartón provenientes de tejidos meristemáticos producidos in vitro.
- Alternativas para el aprovechamiento de algunas fuentes de proteína y de energía en el engorde de porcinos.

Estos proyectos de investigación son ejecutados por las siguientes instituciones: CIAT (varios proyectos y

programas), CORPOICA, SENA, Secretaría Departamental de Agricultura y Ganadería, INAT, CETEC y FIDAR; todas trabajan conjuntamente con los CIAL.

Los resultados de esta investigación sirven de insumo para los componentes de Capacitación y de Producción, donde se incorporan las tecnologías a las prácticas agropecuarias de los pequeños productores.

Componente de capacitación

Este componente del consorcio beneficia a productores, estudiantes, docentes y técnicos de la región. La capacitación está enfocada a incorporar la variable *sostenibilidad* en el desarrollo de la producción y de la educación de la comunidad. La metodología de aprendizaje es participativa y la estrategia educativa comprende cursos cortos, giras, días de campo y parcelas demostrativas. Esta capacitación se ha impartido en las siguientes áreas:

- Reconocimiento de los recursos naturales empleando modelos (maquetas) tridimensionales de la cuenca hidrográfica.
- Educación ambiental y conservación de suelos.
- Reforestación de microcuencas.
- Manejo de vivero forestal.
- Manejo 'orgánico' del cultivo del plátano.
- Prácticas de conservación del suelo y del agua en el cultivo de la yuca.
- Producción 'orgánica' de hortalizas.
- Rescate de la biodiversidad del frijol.

- Alimentación del ganado partiendo de especies forrajeras protectoras del suelo.
- Manejo, sanidad y reproducción de bovinos.
- Derivados lácteos y mermeladas.
- Panadería, galletería y pastelería.
- Cría de peces en estanques y jaulas.
- Avicultura y cría de cuyes.
- Beneficio del café en forma ecológica.
- Elaboración de arreglos navideños y producción de otras artesanías.
- Mercadeo agropecuario.
- Organización comunitaria.
- Diseño de proyectos comunitarios.
- Saneamiento básico y mejoramiento de la vivienda.
- Reciclaje de basuras.

La capacitación, coordinada por el consorcio y por ASOBESURCA, es impartida por funcionarios de las siguientes instituciones: SENA, Fundación Sol y Tierra, CIAT, Corpotunía, UMATA de Caldon, Comité Departamental de Cafeteros, Secretaría de Agricultura y Ganadería, CETEC y FIDAR.

Con la participación del personal docente de la subcuenca del río Cabuyal, se diseñó el programa curricular y la cartilla del alumno en el área de Educación Ambiental para los cinco grados de educación básica primaria; este material está próximo a distribuirse en los centros docentes de la región.

Componente de producción

Los productores de ASOBESURCA llevan adelante varios proyectos de producción agropecuaria y de fomento ambiental, con la colaboración de las siguientes instituciones: UMATA de Caldon, Secretaría de Agricultura y Ganadería, CETEC, Corpotunía, Comité Departamental de Cafeteros y SENA. Estos son los proyectos:

- Producción de anturios.
- Gallinas ponedoras.
- Producción de plátano.
- Gestión y beneficio ecológico del café.
- Fomento de la seguridad alimentaria en zonas indígenas.
- Apoyo a la medicina alternativa en el resguardo indígena de La Laguna.
- Producción de frutales y hortalizas.
- Cría de curies.
- Ceba intensiva de ganado mayor.
- Producción de uchuva.
- Tecnologías orgánicas en los cultivos de yuca y achira.
- Producción de mora de castilla y de fresa.

Componente de manejo integral de recursos naturales

ASOBESURCA y CIPASLA llevan a cabo varios proyectos en esta área, en asocio con las siguientes instituciones: SENA, C.R.C., Corpotunía, FIDAR, UMATA de Caldon, CETEC, Secretaría de Agricultura y Ganadería y CIAT. Los proyectos son los siguientes:

- Aislamiento y reforestación de microcuencas abastecedoras de acueductos veredales.
- Reforestación de tipo multipropósito.
- Establecimiento de barreras vivas.
- Recuperación de las lagunas
- Caracterización florística de la subcuenca del río Cabuyal. (Tesis de grado).
- Inventario de invertebrados en la subcuenca del río Cabuyal. (Tesis de grado).
- Sendero ecológico y ecoturismo.
- Manejo y conservación de suelos.
- Siembra de árboles ornamentales en las carreteras.
- Lombricultura.
- Biodigestores y reciclaje de basuras.

Componente de transformación y comercialización

Las actividades agroindustriales están ligadas a las posibilidades del mercado. Se inició el proceso de transformación de la leche y se producen actualmente queso, kumis y yogurt. Hay también producción en las líneas de panadería y galletería. Estas actividades las desarrolla ASERCA, con el apoyo de FIDAR. La producción se vende en la sede de ASERCA, situada en la carretera panamericana, en el pueblo de Pescador.

El CIAT hace estudios de mercado para lograr acuerdos de producción entre los socios de ASOBESURCA y el mercado terminal de Cali.

Miembros del Consorcio CIPASLA

Comunitarios

ASOBESURCA: Asociación de Beneficiarios de la Subcuenca del Río Cabuyal.

Gubernamentales

UMATA: Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria, municipio de Caldoño.

Secretaría Departamental de Agricultura y Ganadería del Cauca.

C.R.C.: Corporación Autónoma Regional del Cauca.

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje, Regional del Cauca.

INAT: Instituto Nacional de Adecuación de Tierras.

Fondo DRI: Fondo de Cofinanciación e Inversión Rural.

CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

No gubernamentales

CETEC: Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesorías Técnicas.

CORPOTUNIA: Corporación para el Desarrollo de Tunía.

FIDAR: Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola.

COMITECAFE: Comité Departamental de Cafeteros del Cauca.

Sol y Tierra: Fundación Sol y Tierra.

Internacionales

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

IIMI: Instituto Internacional para el Manejo de la Irrigación.