



*Seminario regional  
evaluación de estrategias y acciones  
de manejo y conservación de suelos  
de ladera para el desarrollo sostenible*





**SEMINARIO REGIONAL SOBRE EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LADERA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (1996, IBARRE, EC.). 1997. [Memorias]. Ed. por Félix J. Chirinos; Elio Pérez S. Maracay, Ven., IICA/ CReA/PROCIANDINO/REDAMACS. 111 p.  
ISBN 980-327-372-8**

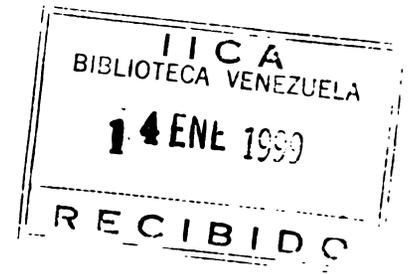
AGRIS: P36 - P10 - P30

DESCRIPTORES: VENEZUELA; BOLIVIA; COLOMBIA; ECUADOR; PERU; SUELOS; CONSERVACIÓN DE AGUAS; CUENCAS HIDROGRÁFICAS; POLÍTICA AMBIENTAL; MANEJO DE SUELOS; DE CUENCAS; O INSUMO; SOSTENIBILIDAD.





IICA / CReA  
PROCIANDINO/REDAMACS



*Seminario regional*

***“evaluación de estrategias y acciones  
de manejo y conservación de suelos  
de ladera para el desarrollo sostenible”***

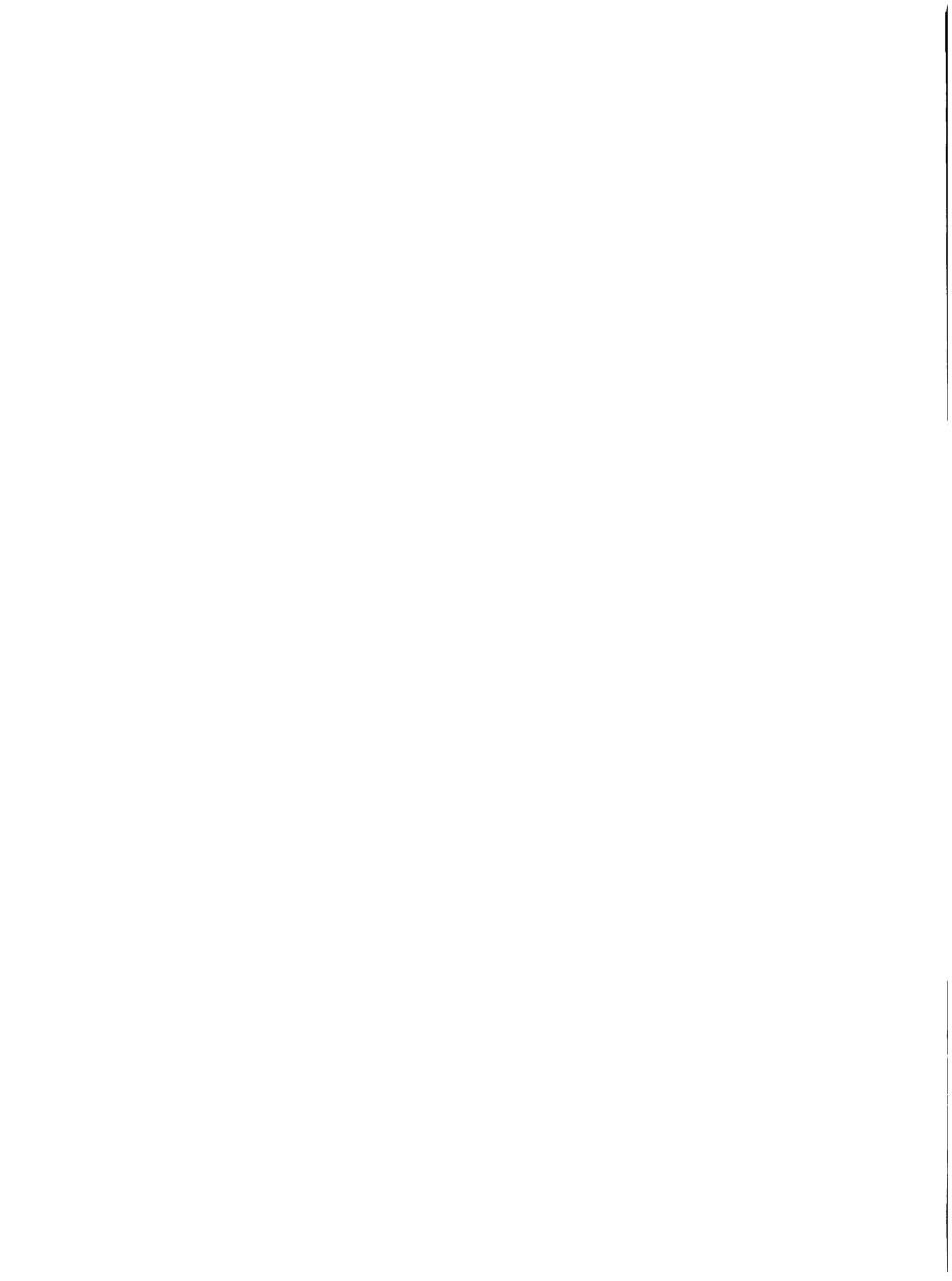
**Ibarra - Ecuador  
11 - 15 de noviembre de 1996**

ISBN 980-327-372-8

00001849

## ***Contenido***

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>Programa</b>	<b>9</b>
<b>Participantes</b>	<b>11</b>
<b>Prácticas de conservación y manejo de suelos en la microcuenca del río Sella.</b>	<b>15</b>
<b>Caracterización física, biótica y socioeconómica de la subcuenca del río Salamaga del municipio de Rionegro departamento Santander - Colombia.</b>	<b>20</b>
<b>Implementación de prácticas de manejo de suelos y agua en sistemas de finca, en los suelos de ladera de la Sierra ecuatoriana.</b>	<b>35</b>
<b>Uso y manejo conservacionista de suelos de ladera en la microcuenca de Vinchos, Ayacucho - Perú. Segundo avance.</b>	<b>37</b>
<b>Informe sobre el proyecto de laderas de la microcuenca del río Pereño del estado Táchira - Venezuela.</b>	<b>48</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones. Sobre avances de las microcuencas.</b>	<b>52</b>
<b>Sistema de información de recursos naturales para el desarrollo de una agricultura sostenible - SIRENA.</b>	<b>57</b>
<b>Agroforestería una alternativa para desarrollo sostenible en suelos de ladera de la zona andina de Ecuador.</b>	<b>67</b>
<b>Agricultura sostenible en suelos de ladera de la región andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas.</b>	<b>71</b>
<b>Erosión de los suelos en el litoral ecuatoriano. I. provincia de Manabi.</b>	<b>76</b>
<b>Manejo del agua de riego en el cultivo de fréjol, (Imbabello) en suelos de ladera, Prov. Pichincha.</b>	<b>82</b>
<b>Evaluación de estrategias y acciones de manejo y conservación de suelos de laderas para el desarrollo sostenible. Experiencias específicas en cuencas hidroenergéticas.</b>	<b>89</b>
<b>Experiencias en manejos y conservación de suelos en la cuenca del río Paute.</b>	<b>106</b>



## ***Presentación***

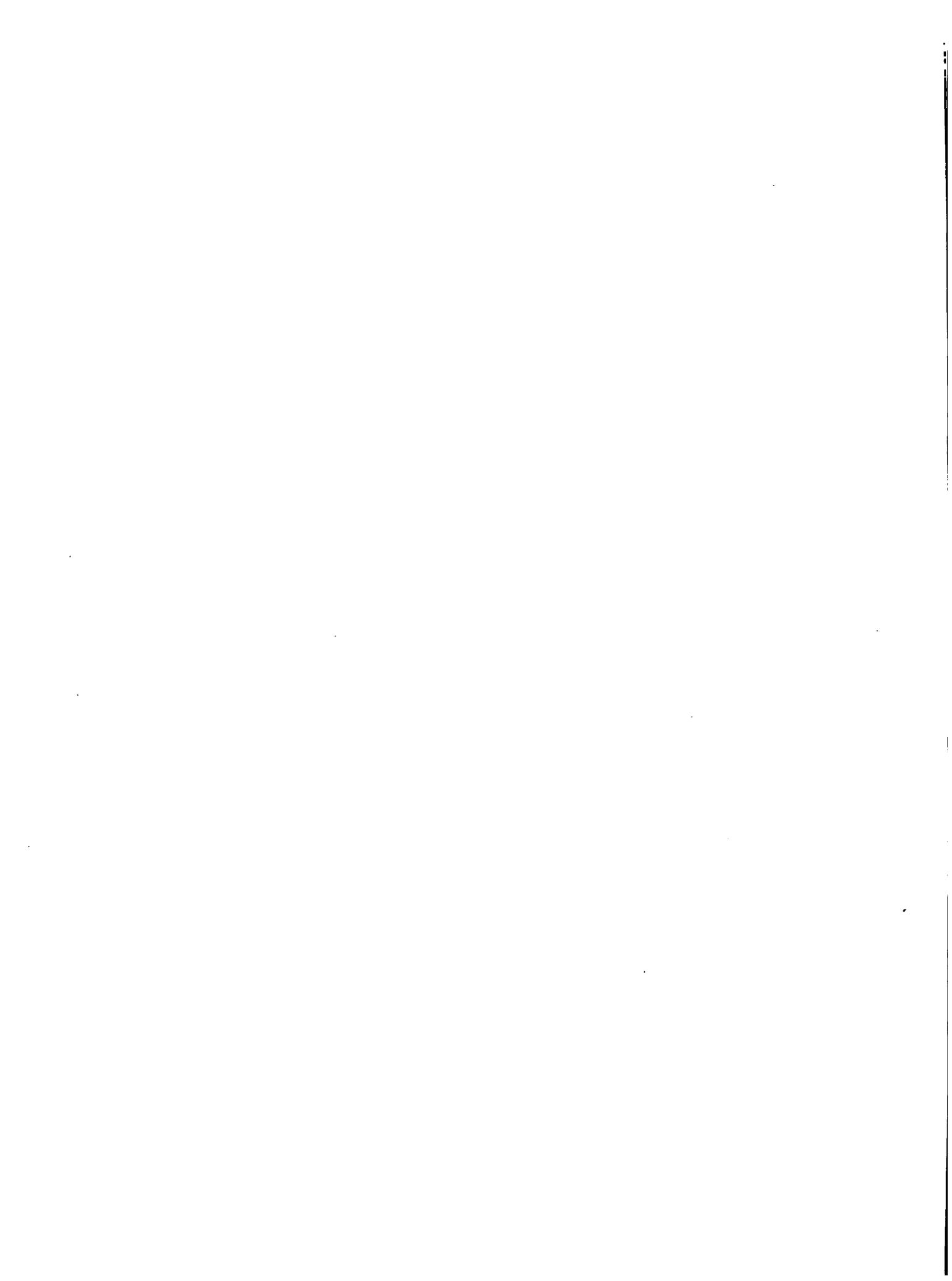
***Con base en la cooperación técnica recíproca que orienta las acciones de PROCIANDINO y que se ejecuta a través de las redes de investigación y transferencia de tecnología, con la participación de las instituciones de investigación de los países y la cooperación de centros internacionales; se desarrollan talleres y reuniones sobre el enfoque de sostenibilidad de la agricultura, promoviendo el uso eficiente de los insumos y la conservación de los recursos naturales.***

***En este sentido la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos - REDAMACS- con el apoyo del IICA y del Banco Interamericano de Desarrollo -BID- promueve la difusión de resultados sobre manejo y conservación de suelos para la sostenibilidad de la agricultura en la Región Andina mediante eventos como el seminario de "Evaluación de Estrategias y Acciones de Manejo y Conservación de Suelos de Ladera para el Desarrollo Sostenible".***

***En este Seminario participaron investigadores y profesionales del área de manejo y conservación de recursos naturales de los países andinos: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, quienes presentaron avances de las acciones que se adelantan en microcuencas piloto, y se conocieron resultados de campo en áreas experimentales visitadas en Ecuador y Colombia.***

***El Seminario permitió además la identificación de factores que afectan la sostenibilidad de la agricultura de ladera, definir estrategias de manejo y conservación de suelos con base en tecnologías disponibles y a los requerimientos de investigación y validación que permitan avanzar en la estabilización de los sistemas de uso con mayor potencial de sustentabilidad en cada país.***

***Es de destacar, el interés y las discusiones sobre el Sistema de Información Edafoclimática, que en adelante se denominará de los Recursos Naturales para Sostenibilidad de la Agricultura -SIRENA-; cuya presentación y evaluación parcial en el uso y manejo integrado de información disponible en las área piloto y permitió visualizar su ampliación a otras áreas de los países.***



## Introducción

El trabajo coordinado y planificado entre las instituciones de investigación de los países del Área Andina, en respuesta a la estrategia de fortalecimiento de la acción adelantada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA- ha sido una de las misiones encomendadas al Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina -PROCIANDINO-.

PROCIANDINO cumple su misión a través de las redes, las cuales funcionan enmarcadas en acciones prioritarias dentro el contexto de los países participantes. La Red de Manejo y Conservación de Suelo -REDAMACS- es la responsable propiciar y coordinar proyectos relacionados con el recurso suelo, en un país en particular o con carácter integral en la Subregión Andina.

Dentro del Proyecto **Prácticas y Conservación de Suelos** que coordina REDAMACS y que ejecutan los diferentes instituciones de investigación agropecuaria en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, se han cumplido actividades en microcuencas piloto, donde la agricultura se desarrolla sobre terrazas pero con un amplio número de parcelas en el pie de monte y en las laderas de las montañas, zonas éstas con una producción marginal debido al constante lavado de los suelos por escorrentía superficial del agua de lluvia y la baja capacidad de filtración y retención de humedad, son entre otros los factores responsables de la limitada producción agrícola en estas áreas.

El Seminario **Evaluación de Estrategias y Acciones de Manejo y Conservación de Suelos de Laderas para el Desarrollo Sostenible** sirvió para conocer los avances y logros alcanzados en la ejecución de las actividades de investigación e implantación de prácticas de conservacionistas y de transferencia de tecnología en las zonas seleccionadas, en los diferentes países.

La metodología que está siendo aplicada, es el resultado de un enfoque fundamentado en la combinación de los factores que intervienen en las zonas agroecológicas y que conforman espacios claramente delimitados, en donde interactúan variables agrofísicas poco modificables a corto y mediano plazo, dentro de las condiciones técnicas y sociales de manejo actual. La selección de fincas representativas de las áreas de laderas con problemas de erosión y tomando en cuenta la homogeneidad en aspectos sociales y culturales, a los fines de caracterizar las diferentes microcuencas con miras a extrapolar los resultados ha sido énfasis en la ejecución del proyecto.

Los participantes en el Seminario hicieron importantes aportes para el diseño de un sistema de evaluación y seguimiento del impacto de las tecnologías sobre la productividad que pudiesen generarse en el desarrollo del proyecto.



**IICA / CReA  
PROCIANDINO / REDAMACS**

**SEMINARIO REGIONAL SOBRE EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS  
Y ACCIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LADERA  
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**Ibarra - Ecuador  
11 - 15 de noviembre de 1996**

**Programa**

Lunes 11	12:30 - 13:30	<b>Uso y Manejo Conservacionista de Suelos en Zonas de ladera. Microcuenca de Vinchus</b> Expositor: <i>Richard Miguel Jaimes</i> - Perú Moderador: <i>Jorge Cassio</i> - Bolivia Relator: <i>Victoriano Nuñez Cuba</i> - Perú
7:30 - 8:30	<b>Inscripciones</b>	
8:30 - 9:00	<b>Inauguración</b>	
9:00 - 10:00	<b>Prácticas de Conservación y Manejo de Suelos en la Microcuenca del Río Sella</b> Expositor: <i>Eduardo Panique, Jorge Cassio</i> - Bolivia Moderador: <i>Nabor Gómez/Venezuela</i> Relator: <i>Hernando Méndez</i> - Colombia	13:30 - 14:30 <b>Almuerzo</b>
10:00 - 10:30	<b>Café</b>	14:30 - 15:30 <b>Uso y Manejo Conservacionista de Suelos en Zonas de Ladera. Subcuenca del Río Pereño</b> Expositor: <i>Antonio Chacin</i> - Venezuela Moderador: <i>Jorge Cassio</i> - Bolivia Relator: <i>Victoriano Nuñez Cuba</i> - Perú
10:30 - 11:30	<b>Uso y Manejo Conservacionista de Suelos en Zonas de ladera. Cuenca del Río Salamaga</b> Expositor: <i>Alvaro Tamayo</i> - Colombia Moderador: <i>Nabor Gómez</i> - Venezuela Relator: <i>Hernando Méndez</i> - Colombia	15:30 - 16:30 <b>Conclusiones y Recomendaciones - Casos: Bolivia/Colombia/ Ecuador</b> Responsable: <i>Hernando Méndez</i> - Bolivia
11:30 - 12:30	<b>Uso y Manejo Conservacionista de Suelos en Zonas de ladera. Microcuenca del Río Chamachán</b> Expositor: <i>Juan Córdova</i> - Ecuador Moderador: <i>Nabor Gómez</i> - Venezuela Relator: <i>Hernando Méndez</i> - Colombia	16:30 - 17:00 <b>Café</b>
		17:00 - 18:00 <b>Conclusiones y recomendaciones - Casos : Perú - Venezuela</b> Responsable: <i>Victoriano Nuñez</i> - Cuba
	<b>Nota:</b>	Cada presentación tiene una duración de 45 min más 15 min para preguntas.

Martes 12

8:00 - 10:30 **Sistema de Información en Recursos Naturales - SIRENA**

Expositor: *Peter Steegmayer* - Venezuela

Moderador: *Marcelo Calvache* - Ecuador

Relator: *Francisco Mite* - Ecuador

10:30 - 11:00 **Café**

11:00 - 13:00 **Sistema de Información en Recursos Naturales - SIRENA**

Expositor: *Peter Steegmayer* - Venezuela

Moderador: *Marcelo Calvache* - Ecuador

Relator: *Francisco Mite* - Ecuador

13:00 - 14:30 **Almuerzo**

14:30 - 16:30 **Ponencias sobre experiencias nacionales**

Expositores: *Segundo Marín, Víctor Mendoza, Arnold Gómez, Patricio Oliva*

Moderador: *Wilfrido Garcéz* - Ecuador

Relator: *Alvaro Tamayo* - Colombia

**Nota:** Cada presentación tiene una duración de 20 min más 10 min para preguntas.

16:30 - 17:00 **Café**

17:00 - 18:00 **Grupos de trabajo para identificar ofertas tecnológicas andinas**

Coordinador: *Antonio Sánchez* - Venezuela

Miércoles 13

8:00 - 10:30 **Ponencias sobre experiencias nacionales**

Expositores: *Jefferson Galarza, Marcelo Calvache, José Arroyabe, Francisco Mite, Ramiro Jiménez*

Moderador: *Washington Duque* - Ecuador

Relator: *Eduardo Panique* - Bolivia

10:30 - 11:00 **Café**

11:00 - 13:00 **Ponencias sobre experiencias nacionales**

Expositores: CARE / PROMUSTA UMACPA

Moderador: *Washington Duque* - Ecuador

Relator: *Eduardo Panique* - Bolivia

**Nota:** Cada presentación tiene una duración de 20 min más 10 min para preguntas.

13:00 - 14:30 **Almuerzo**

14:30 - 16:30 **Grupos de trabajo para identificar y formular propuestas de acciones conjuntas**

Coordinador: *Eduardo Peralta*

Jueves 14

8:00 - 18:00 **Día de campo - INCA**

Coordinadores: *Eduardo Peralta, Juan Córdova, Franklin Valverde*

**VIAJE A PASTO**

Viernes 15

8:00 - 11:30 **Día de campo - Obonuco**

Coordinadores: *Arnold Gómez*, Centro Experimental Obonuco

11:30 - 12:30 **Evaluación del evento, Conclusiones y Recomendaciones**

Coordinación: *Eduardo Peralta*

Responsables: Relatores

12:30 - 13:30 **Almuerzo**

13:30 **Retorno a los países**

**INIAP/IICA-PROCIANDINO  
REDAMACS**

**SEMINARIO REGIONAL SOBRE EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS  
Y ACCIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LADERA  
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

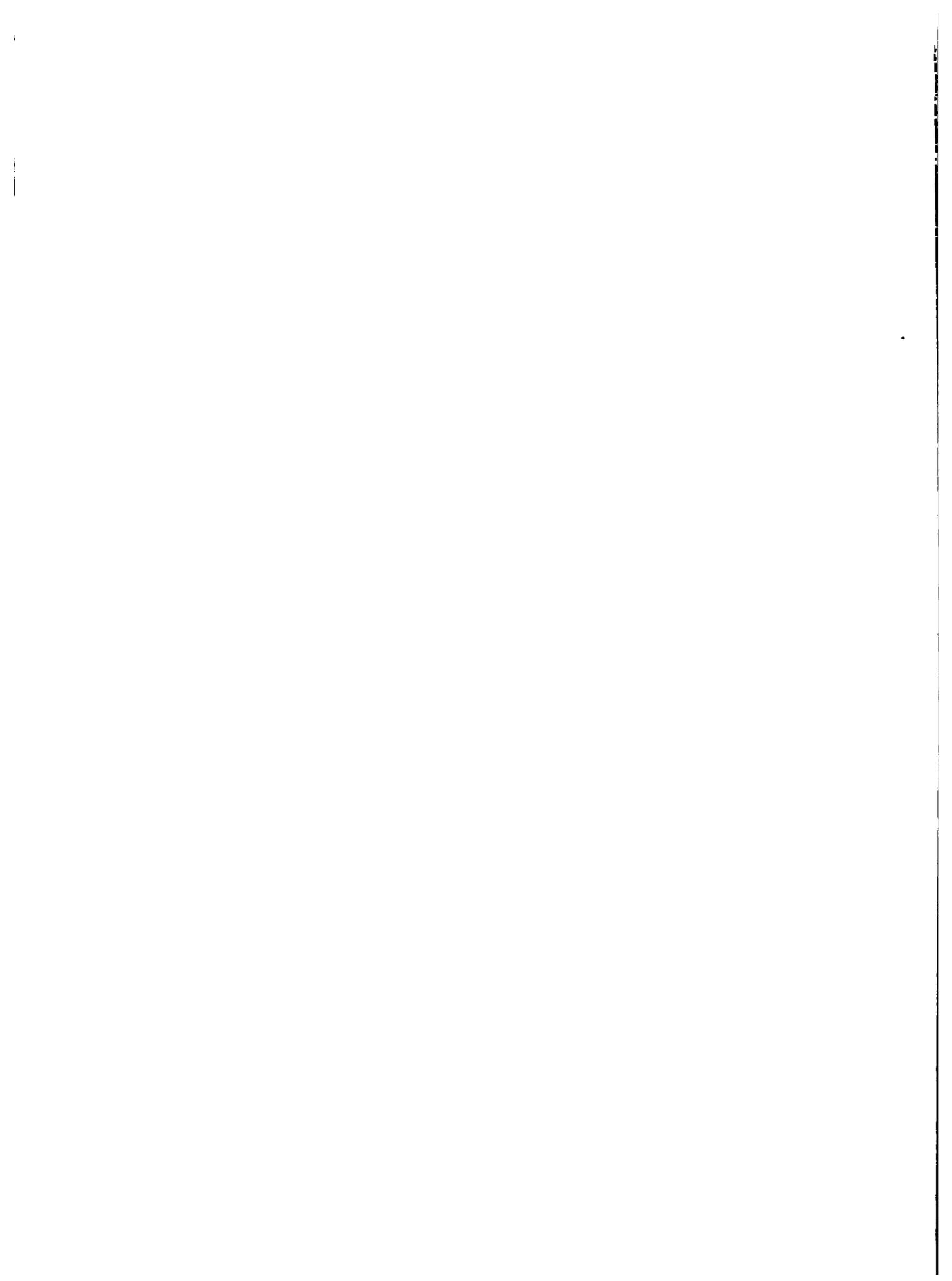
**Ibarra - Ecuador  
11 - 15 de noviembre de 1996**

**Participantes**

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
Wilfrido Garcés Cortés	M.A.G. Dirección de Gestión	Av. Eloy Alfaro y Amazonas. M.A.G. 10 piso. Teléfono: (00593)2-551397. Bèrmur 277. Teléfono: 250071 (domicilio). Quito - Ecuador.
Manuel Carrillo Zenteno	INIAP. E.E.T. Pichilingue	Km. 5 al Sur de Quevedo. Apartado: 24 . Teléfonos:(00593)5-750966-750967. Quevedo - Ecuador.
Oscar Arévalo Vallejo	M.A.G.	Av. Eloy Alfaro y Amazonas. M.A.G. Teléfono: (00593)2-546420. Quito - Ecuador.
Patricio Marcillo Vaca	INECEL	Agustín Guerrero No. 219. Teléfono: (00593)2-526252. Fax: (00593)2-464058. Quito - Ecuador.
Alonso Moreno Romero	INECEL	Agustín Guerrero No. 219. Teléfonos: (00593)2-463947 -463948. Fax: (00593)2-464058. Apartado: 17-11-6051. Quito - Ecuador.
Delmer Jimenez Ruíz	INIAP. E.E. Chuquipata	Calle Miguel Riofrío y Bernardo Valdiviezo. Teléfono: (00593)7-577516. Loja - Ecuador.
Javier Luna Ocampo	FUPOCPS	Barrio Consacola. Teléfono: (00593)7-576738. Fax: (00593)7-576738. Loja - Ecuador.
Patricio Oliva Cajas	INECEL	Agustín Guerrero No. 219. Teléfonos: (00593)2-463947 -463948. Fax: (00593)2-464058. Quito - Ecuador.
José Chacin Fernandez	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables	Av. Marginal del Torbes, al lado de la P.T.J. Apartado. 5001. Teléfono: (076)-474972.

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
Peter Steegmayer	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables	Caracas, Edif. Camejo. Esquina Camejo. Teléfono: 02-5452412. Fax: 02-5452412. Correo Electrónico: pstecg@mamr.gov.VE Caracas - Venezuela.
José Arroyave Alvarado	INIAP. E.E. Portoviejo	INIAP. Apartado.100. Teléfonos: (00593)5-632600-632317. Portoviejo - Ecuador.
Nabor Gómez	FONAIAP	Hda. Bramón Bramón, Teléfonos: (076) 690135-690136. Rubio, Táchira - Venezuela.
Hernando Méndez	CORPOICA	Av. Q/SECA # 31-39. Aptdo.1017. Teléfonos: 341976-345185. Bucaramanga, Santander - Colombia.
Alvaro Tamayo Vélez	CORPOICA-RIV-Colombia	Vereda Llano Grande, Km. 7 Ríonegro Antioquía. Aptdo. aéreo 100 Ríonegro Antioquía. Teléfonos: 5370185-5370079-5370161-5370024. Fax: 5370024. Ríonegro, Antioquía - Colombia.
Richard Miguel Jaimes	PRONAMACHCS. Proyecto Nacional Manejo Cuencas Hidrográficas y Conservación Suelos	JR Cahuide 805, 6to Piso - Jesús María - Lima 11; Teléfono/Fax: (00511) 4713182/4663475. Lima - Perú.
Juan Córdova Jiménez	INIAP. E.E. Santa Catalina	Panamericana Sur, Km.17. Apartado: 01-17-340. Teléfonos: (00593)2-690692-690693-690694. Fax: (00593)2-690991. Quito - Ecuador.
Eduardo Panique Quiroga	Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA	Las Barrancas, Km.2. Apartado:1158. Teléfonos: (066)4-4897-3950. Fax: (066) 4-3950. Correo electrónico: proinpa@uajms.bo. Tarija - Bolivia.
Iván Cordero Dominguez	INECEL-UMACPA	Federico Proaño 3-20. Apartado: 01.05.1831. Teléfonos: (00593)7-810339-816085. Fax: (00593)7-817143. Cuenca. Correo Electronico: umacpa 1 @ac.pro.ec. Cuenca - Ecuador.
Segundo Manuel Tiche P.	Desarrollo Forestal en el Occidente de Pichincha- DFO.	Teléfono/Fax: 750322 Ibarra-Gquil. Santo Domingo de los Colorados - Ecuador.
Washington Duque V.	M.A.G.	Quito, Av. Eloy Alfaro y Amazonas. M.A.G. Teléfono: (00593)2-543763
Franklin Valverde	INIAP. E.E. Santa Catalina	Panamericana Sur, Km.17. Apartado: 01-17-340. Teléfonos: (00593)2-690692-690693-690694. Fax:(00593)2-690991. Quito - Ecuador.
Marcelo Calvache Ulloa	INIAP	Av. Eloy Alfaro y Amazonas. M.A.G. 4 piso. Apartado: 17-17-1632. Teléfono: (00593)2-504998. Fax:(00593)2-504240. Correo electrónico: Calvache@Dinfor.exc.ec. Quito - Ecuador.

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
Elgin Gonzalo Plaza R.	INIAP. E.E. Santa Catalina	Panamericana Sur, Km. 17. Apartado: 340. Teléfonos: (00593)2-690692-690693-690694. Fax: (00593)2-690991. Quito - Ecuador.
Jorge Cossio Verdun	IBTA	Apartado:1158. Teléfono: 44897. Fax:066-43950. Tarija, Bolivia. Correo Electronico: proinpa@v.a.j.m.s.bo Tarija - Bolivia.
Eugenio Chininin Solano	INECEL-UMACPA	Federico Proaño 320. Apartado:01.05.1831. Teléfono: (00593)7-810339 Fax: (00593)7-817143. Correo electrónico: umacpa.1@ac.pro.ec. Cuenca - Ecuador.
Antonio Sánchez	FONAIAP	Teléfono/Fax: 58-43-836978. Maracay, Aragua, Venezuela. Correo electrónico: iangulo@dino.conicit.ve
Angel Loayza Romero	CEDEGE	Presa Daule Peripa. Teléfono: (00593)4-522596. Guayaquil - Ecuador.
Francisco Míte Vivar	INIAP. E.E.T. Pichilingue	E.E.T. Pichilingue. Km. 5 al Sur de Quevedo. Apartado: 24. Teléfonos: (00593)5-750966-750967. Fax: (00593)5-751018. Correo electrónico: fmite@iniaptps.ecx.ec. Quevedo - Ecuador.
Eduardo Peralta Idrovo	INIAP. E.E. Santa Catalina	Panamericana Sur, Km.17. Apartado:01-17-340. Teléfonos: 690691-690692. Fax: (00593)2-690991. Correo electrónico: peraltal@pi.pro.ec. Quito - Ecuador.
Francisco Noboa H.	INIAP	Av. Amazonas y Eloy Alfaro. M.A.G. 4 piso. Apartado: 17-17-1362. Teléfono: (00593)2-504520. Fax: (00593)2-504240. Correo electrónico: iniap@iniap.gov.ec. Quito - Ecuador.
Jefferson Galarza R.	INIAP. E.E. Santa Catalina	Panamericana Sur, Km. 17. Apartado:01-17-340. Teléfonos: 690691-690692. Fax: (00593)2-690991. Correo electrónico: galarza@ganado.sc.iniap.gov.ec. Quito - Ecuador.
Victoriano Núñez Cuba	INIA. E.E. CANAAN	Av. Abancay S/N Canaan Bajo. Teléfono/Fax: 912271. Ayacucho, Perú.
Nelson Rivas V.	IICA/PROCIANDINO	Av. Mariana de Jesús 147 y La Pradera. Teléfono: (00593)2-225697; Fax: 563172. Apartado 17-03-00201. Correo Electrónico: e.mail prociand@iica.satnet.net. Quito - Ecuador.
Julio Sánchez	IICA/PROCIANDINO	Av. Mariana de Jesús 147 y La Pradera. Teléfono: (00593)2-225697; Fax: 563172. Apartado 17-03-00201. Correo electrónico: e.mail prociand@iica.satnet.net. Quito - Ecuador.



# PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE SUELOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO SELLA

Eduardo Panique \* y Jorge Cossio \*\*

\* Ing. M. Sc., Inv. II, Responsable Programa Suelos del IBTA - Tarija

\*\* Ing. Agr. Encargado del Laboratorio de Suelos del IBTA

## Resumen

*El proyecto Prácticas de Conservación y Manejo de Suelos en la Microcuenca del Río Sella, en Bolivia corresponde al área piloto para el desarrollo de metodologías para el manejo de suelos en ladera, propuestas por la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS). Cuatro actividades fueron propuestas en el proyecto inicial de las cuales en se concluyeron las dos primeras (Diagnóstico del uso de la tierra en la microcuenca del río Sella y análisis de la información edafoclimática). Se encuentran en ejecución la validación de tecnología en las "fincas piloto" y la transferencia de la información generada. A la conclusión del proyecto se pretende contar con el diseño para el manejo integral de las fincas piloto, resultados que serán transferidos a las otras fincas para el manejo de las fincas de toda la microcuenca. La metodología que está siendo desarrollada tiene un nuevo enfoque toda vez que la agrupación de fincas por características similares en aspectos importantes facilitará la transferencia y adopción de los resultados generados.*

## Introducción

La microcuenca del río Sella, localizada entre los 21° 28' y 21° 20' de latitud sur y entre los 64° 33' y 64° 41' de longitud oeste, abarca aproximadamente 10 000 ha; de las cuales, sólo 40% son tierras cultivables. El resto (60%) corresponde a áreas de pastizales con una ganadería de tipo comunal extensivo.

Fisiográficamente, la microcuenca del río Sella está representada por tres unidades: el área de montañas, el pie de monte y terrazas fluvio-lacustres muy disectadas y las terrazas aluviales de diferente edad y desarrollo pedogenético formadas por el río Sella.

La agricultura se desarrolla sobre las terrazas; sin embargo, existe un número considerable de parcelas en el pie de monte y en las laderas de las montañas, donde la producción es marginal debi-

do al constante lavado del suelo por la escorrentía superficial del agua de lluvias y la baja capacidad de infiltración y retención de humedad, entre otros factores.

La agricultura que se desarrolla en la microcuenca, de manera general, es de subsistencia. La venta de los excedentes de la actividad agrícola en años de buena producción cubren algunas necesidades de los comuneros; sin embargo, las emergencias económicas más apremiantes de éstos son subsanadas por la venta de ganado, constituyéndose en un componente importante en el sistema de la zona.

## Características agroecológicas

El clima es templado cálido (Romero *et al.*, 1990). La precipitación media anual varía de 500 a 600 mm; esta variación, a lo largo de la microcuenca,

puede ser estimada por la relación  $p = 1460,12 \times 10^{-0,0102(z)}$ . Donde  $p$  es la precipitación y  $z$  es la distancia en kilómetros al eje occidental del valle central de Tarija. Se diferencia un período lluvioso que va desde octubre a abril, con mayores precipitaciones en los meses de enero a marzo; y un período seco de mayo a septiembre.

La temperatura media anual es de 16,5 °C. Las temperaturas máximas extremas se dan en el período húmedo alcanzando 39 °C; en tanto que en el período seco, es común la presencia de heladas, generalmente entre junio y septiembre, con temperaturas mínimas extremas de hasta -9,5 °C.

No se cuenta con un levantamiento edafológico de la microcuenca; sin embargo, se puede inferir que, lo que actualmente son las terrazas fluvio-lacustre, correspondió en el pasado a un gran lago, encontrándose depósitos de sedimentos superiores a los 100 m de espesor; las arcillas que generalmente se precipitan después de la arena y el limo, cubren la superficie de esta unidad dando a los suelos muy baja velocidad de infiltración y alto flujo superficial y por ende, un grado de erosión excesivo en cárcavas que ha disectado el paisaje. En el área de montaña y pie de monte los suelos son superficiales, correspondiendo al orden de los Entisoles. Los suelos de las terrazas formadas por el río Sella, presentan texturas franco y franco-arcillosas a arcillosas. El pH varía de neutro a alcalino, con la presencia de suelos con abundante contenido de sales, dando características de suelos salinos y salino-sódicos, y el consiguiente efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas que ello implica. Por otro lado, los niveles de fósforo y materia orgánica son bajos, pero el potasio todavía está presente en cantidades adecuadas a altas.

La vegetación dominante en el área de montaña y pie de monte son las especies arbóreas como la *Acacia caven*, *Schinus molle*, *Acacia aroma*, y algunas especies del género *Prosopis*; El "churqui" (*Acacia caven*) es la especie más dominante y de mayor cobertura en relación al número de plantas por área, presentes en la microcuenca.

## **Caracterización de los sistemas de uso de la tierra**

Debido a que la información disponible sobre tenencia de la tierra, tecnología y aspectos socio-económicos es muy general, se ha procedido a la realización de una encuesta en toda la microcuenca, donde existen 319 unidades de producción divididas en seis comunidades.

La información que prosigue, corresponde al análisis de los resultados de la encuesta en la que participaron 53% de las unidades de producción asentadas en la microcuenca del río Sella.

Como ya se indicó, en la microcuenca hay un predominio de un sistema de producción agrícola-ganadero. La unidad de explotación familiar varía de 0,25 a 12 ha con un promedio de 4 ha. Sólo 34% del total del área cultivable cuenta con riego permanente. El restante 66% solamente cuenta con riego suplementario en la época lluviosa, debido a que el río Sella es intermitente y casi tiene un caudal nulo en época de estiaje.

El jefe de la unidad agrícola familiar es usualmente dueño de la tierra. Cada jefe de familia normalmente divide la tierra en unidades más pequeñas en relación directa al número de hijos; de ahí, el tamaño pequeño de la unidad agrícola familiar. Por otro lado, el área bajo explotación ganadera corresponde a pastizales comunales, practicándose un uso común del pastizal en época lluviosa, principalmente; sin embargo, cuando el forraje de la pradera se agota, el ganado es alimentado en la finca agrícola con los residuos de cosecha y algo de forraje suplementario.

La diversificación de rubros en el área agrícola de la microcuenca está en relación a la disponibilidad de agua. En la parte alta y media, donde existe riego permanente, además de cultivos como el maíz, trigo y arveja, que caracterizan a toda la microcuenca, se cultiva alfalfa, frutales de pepita y carozo, papa y algunas hortalizas, estas últimas solamente para el autoconsumo, debido a que el agua está sujeta a turnos y cada comunero recibe solamente cuatro horas, cada ocho días, de un

caudal de menos de un litro por segundo, obteniéndose dos cosechas por año en aquellas áreas pequeñas irrigadas.

La ganadería está conformada por rumiantes, principalmente bovinos, ovinos y caprinos. En la parte alta de la microcuenca predomina la ganadería ovina y caprina y en menor grado bovinos criollos. Mientras que, en la parte media hay predominio de ganado bovino para leche (raza Holstein). A la producción de alimento para el ganado lechero se destina gran parte de la superficie agrícola (maíz para grano, maíz forrajero y alfalfa), tanto para consumo directo como en ensilaje y heno. En los últimos años la producción lechera se ha constituido en la principal fuente de ingreso de los comuneros de la parte media de la microcuenca.

Al igual que en la parte superior, en la parte basal de la microcuenca predominan ovinos y bovinos criollos y en menor escala caprinos.

Respecto al nivel tecnológico de explotación de la finca, en toda la microcuenca hay un predominio de tecnología tradicional, es decir, el uso de arado de palo tipo Egipcio, tracción animal para la preparación de suelos y siembra, la selección de semilla en la misma finca, muchas veces presenta un grado considerable de degeneración genética. Sin embargo, el uso de arados de fierro, tracción animal, está ganando importancia en la zona. Por otro lado, en algunos rubros como papa, arveja, maíz y frutales, el uso de pesticidas y fertilizantes químicos es casi generalizado; sin embargo, existe poco conocimiento en relación a las dosis y frecuencias de aplicación. La no disponibilidad económica de recursos obliga al agricultor a aplicar estos insumos en menor cantidad a la requerida para óptimos rendimientos.

El monocultivo de maíz predomina en la zona, aunque algunos agricultores que producen dos cosechas por año practican cierto tipo de rotación tales como papa-maíz, arveja-maíz. Después de la cosecha, el ganado pastorea los residuos dejando el terreno casi completamente limpio, de modo que, la incorporación de residuos de cosecha al suelo con las labores de labranza es casi

nula. La aplicación materia orgánica al suelo, en forma de estiércol, se hace acuerdo a la disponibilidad del agricultor; generalmente se aplica en muy poca cantidad a la misma parcela cada dos o tres años. Como ya se señaló, el uso de fertilizantes químicos, en su generalidad 18-46-00 y 46-00-00, está en relación directa a la disponibilidad económica del agricultor y no a las necesidades del suelo.

Prácticas más económicas para el manejo de la fertilidad y la conservación misma del suelo son casi desconocidas en la microcuenca. Por ejemplo, el uso de leguminosas como abonos verdes y/o en rotaciones, siembras en labranza mínima dejando residuos de cosecha sobre el suelo y prácticas de conservación de suelos con pendientes (terrazas, zanjas de infiltración, etc.), no son practicadas en la microcuenca. Sin embargo, casi todos los agricultores encuestados calificaron el estado actual de sus suelos como "flacos o cansados" (bajo nivel productivo) y expresaron su inquietud por adoptar prácticas que le permitan mejorar tal situación. Los agricultores que siembran en parcelas con pendientes, si bien están conscientes de la pérdida de suelo por el agua de escorrentía, no practican el terraceo con la formación de cordones de piedra por la elevada demanda en mano de obra que ello implica. Por lo que, prácticas más sencillas como el uso de especies vegetales como cordones vivos podrían ser más atractivos. Además la biomasa producida en tales cordones podría ser utilizada como alimentación suplementaria para el ganado.

El ingreso económico por la explotación agropecuaria de la finca, fue calificada como insuficiente por la mayoría de los encuestados; lo que ocasiona que la población joven migre buscando nuevas fuentes de trabajo. La comercialización de los excedentes de la producción agrícola en años buenos (sin la presencia de factores climáticos adversos), se realiza en el mercado de la ciudad de Tarija, a unos 50 km de la parte superior de la micro-cuenca; sin embargo, la presencia de rescatadores intermediarios en la zona es considerable, pagando usualmente mucho menos que los precios reales en el mercado de la ciudad.

## ***Manejo integral de fincas piloto (Propuesta metodológica)***

Con base en el análisis de la información obtenida en la encuesta, se ha procedido a formar grupos de fincas con características similares en aspectos tales como tamaño de la parcela, rubros de explotación, disponibilidad de mano de obra familiar, disponibilidad de riego y similitud en condiciones socioeconómicas. En cada grupo homogéneo de agricultores se seleccionó de 1-2 "fincas piloto" (agricultores líderes) considerando el interés del agricultor en aplicar nuevas tecnologías y/o mejorar su tecnología actual con la finalidad de aumentar la productividad y conservación del recurso suelo. También se consideró la ubicación de la finca para facilitar días de demostración a los agricultores vecinos y la posibilidad de que tal finca se convierta en modelo para el manejo de las fincas en la microcuenca.

En cada "finca piloto" se realizó un estudio de suelos, a fin de caracterizar el potencial productivo de cada suelo con base en parámetros físico-químicos (fertilidad y riego), limitantes físicas como profundidad efectiva, pedregosidad de la capa superficial, pendiente y disponibilidad de agua de riego.

La confrontación entre las cualidades de las unidades de tierra identificadas en cada "finca piloto" con los requerimientos de los tipos de utilización (rubros de explotación usuales en la finca) permitió la elaboración de un plan de manejo de la finca y la identificación de nuevas prácticas y/o alternativas tecnológicas a ser implementadas para mantener y/o aumentar la fertilidad de los suelos y disminuir la pérdida de la capa arable por erosión.

Las prácticas y/o alternativas tecnológicas identificadas para las "fincas piloto" consideran mejoras que el agricultor puede desarrollar con sus propios recursos. Algunas de ellas son las siguientes:

- Rotaciones de cultivo. Demostrar el beneficio de la rotación de cultivos, por ejemplo, papa-maíz-leguminosa (arveja o haba) o simple-

mente maíz-leguminosa, en comparación con el monocultivo de maíz, mediante la implantación de parcelas de rotación. Los resultados de la investigación señalan que el simple efecto de la rotación aumenta los rendimientos en comparación al monocultivo, ya sea por el rompimiento del ciclo biológico de algunas plagas y/o enfermedades y/o por el beneficio en nutrientes fijados (N) en el caso de las leguminosas.

- Mantener residuos de cosecha sobre el suelo y reducción de labores de labranza. La incidencia de los rayos solares y del viento sobre un suelo desnudo evaporan rápidamente el agua del suelo. Por otro lado, las labores de labranza, al introducir oxígeno al suelo, aceleran la descomposición de la materia orgánica del suelo por oxidación. Por lo tanto, el mantener residuos de cosecha sobre el suelo y la posterior siembra mediante labranza mínima podrían dar como beneficio un mayor aprovechamiento del agua de lluvia y un aumento del nivel de materia orgánica en el suelo, incrementando de esta manera la capacidad de retención de humedad e infiltración y disminuyendo la tasa de escorrentía superficial y el consiguiente arrastre de partículas de suelo (erosión hídrica). Esta práctica parece ser atractiva por la reducción en mano de obra en la preparación del suelo y labores culturales.
- Corrección de suelos alcalinos y/o alcalinos sódicos. Algunos suelos, principalmente los que están sometidos a condiciones de secano y/o bajo medio riego, presentan pH por encima de 7,5. En tales condiciones la disponibilidad de P, Fe, Zn y Mn, pueden estar limitando los rendimientos. Por otro lado, en suelos con pH superiores a 8,4, el Na puede estar presente en concentraciones elevadas, reflejadas por la presencia de una estructura masiva y baja permeabilidad (infiltración + aeración), debido al efecto dispersante del Na sobre las partículas del suelo. El tratamiento de tales suelos con materiales disponibles a nivel local como es el  $\text{CaSO}_4$ , donde el Ca desplace al Na, podría dar como beneficio mejoras en las características

físicas y disponibilidad de nutrimentos, ya señalados.

- Zanjas de infiltración, siembra y/o trasplante de gramíneas forrajeras. En las parcelas bajo cultivo con pendientes mayores de 3%, se diseñarán franjas en sentido contrario de la pendiente y con un ancho en relación a la misma. En la separación de cada franja, se sembrarán especies como Vetiver u otra disponible, que la vez de controlar la erosión hídrica, podría producir forraje suplementario para el ganado.
- Construcción de terrazas. También se construirán terrazas tradicionales en las parcelas con pendientes, de acuerdo a la aceptación del agricultor y/o a la disponibilidad de material (piedra y mano de obra) en la finca.
- Uso de estiércol, compost y fertilizantes químicos.
- Optimización del agua de lluvia con la implementación artesanal de riego por goteo.
- Producción de forrajes para la alimentación suplementaria del ganado.
- Manejo de pastizales comunales. El equilibrio entre la producción de forraje de los pastizales y la carga animal, permitirá evitar la degradación actual y una recuperación de la pradera. Para el logro de tal objetivo se estudiará:
  - La regeneración de la vegetación y producción de biomasa (materia seca) en condiciones de clausura.
  - El manejo de la especie arbórea predominante (*Acacia caven*), mediante raleos, podas y otras prácticas.
  - Determinación de la composición florística y la producción de biomasa como consecuencia del manejo de la leguminosa arbórea.

- Determinación del cambio en las propiedades físicas del suelo (infiltración, retención de humedad).
- Cuantificación de la fijación de nitrógeno por la leguminosa arbórea.
- Determinación del tiempo de pastoreo y la carga animal por unidad de área del pastizal.

Paralelamente a la implementación de las nuevas prácticas y/o metodologías en las "fincas piloto", se realizarán días de visitas a las mismas, por los agricultores del área de influencia de la finca y los técnicos que trabajan en la zona; seminarios de capacitación sobre el manejo integral de la finca con énfasis en la conservación de los suelos para evitar degradación de los mismos, ya sea por las diferentes clases de erosión y/o simplemente, por la pérdida de la capacidad productiva de los suelos debido a una agricultura extractiva. Con esta labor de transferencia se pretende difundir las prácticas desarrolladas en las "fincas piloto" a las demás fincas de la microcuenca y en el futuro la microcuenca podría servir como modelo para desarrollar otras áreas similares.

### ***Bibliografía***

- ROMERO, A.; GOITIA, J.; VARCA, J. 1990. Planificación de fincas en la cuenca alta del río Guadalquivir. PERTT-UTMCAG-FAO. Tarija-Bolivia.
- SCHULTE, E.; PANIQUE, E. 1996. Muestreo de campos de producción y huertos frutales para análisis de suelos. Boletín de información técnica No. 2. Prog. Suelos IBTA-Tarija.
- PANIQUE, E.; SCHULTE, E. 1996. Descripción de análisis de suelos e interpretación de resultados. Boletín de información técnica No 3. Prog. Suelos IBTA-Tarija.

# CARACTERIZACIÓN FÍSICA, BIÓTICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SALAMAGA DEL MUNICIPIO DE RIONEGRO DEPARTAMENTO DE SANTANDER - COLOMBIA

Hernando Méndez Aldana, Jairo Mantilla Blanco, Aura Linda Argüello Angulo,  
Manuel Eduardo Carrillo Rincón y Bibiana Milena Sanabria  
*Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA*

## **Introducción**

Dentro de los proyectos de la Red de Manejo de Suelos de Ladera de PROCINDINO se consideraron dos actividades de investigación y transferencia de tecnología relacionadas con prácticas de manejo de suelos de ladera y de aplicación de sistemas de información edafoclimática.

Para el desarrollo de las actividades mencionadas se seleccionó la subcuenca del río Salamaga, la cual presenta serios problemas por acelerados procesos degradativos de los recursos agua y suelo. Además, en ella tiene el Centro de Investigación Salamaga de CORPOICA, en el cual se adelantan estudios sobre manejo de suelos de minifundio de ladera, como también sobre mejoramiento en especies de cacao, cítricos, maíz, frijol y pastos.

**Actividades:** durante el período agosto - octubre de 1996 se realizaron las siguientes actividades con sus respectivos productos adjuntos: Caracterización Biofísica y Socioeconómicas en la subcuenca del río Salamaga. Ésta es la fase inicial que se adelanta con el fin de conocer el entorno de la región, para lo cual se hizo un reconocimiento, análisis de información secundaria y estudios cartográficos mediante SIG-ILWIS.

## **Aspectos generales**

El municipio de Rionegro se encuentra ubicado a 20 km de la capital del departamento, tiene dos regiones que difieren desde el punto de vista agroecológico y socioeconómico. La parte baja corresponde a los Valles Interandinos, con una

superficie de 58 611 ha, equivalente a 48% de la superficie total del municipio, está conformada por nueve veredas. Esta zona con topografía de plana a ondulada, está dedicada básicamente a la ganadería extensiva, predomina el sistema de propiedad y los predios son relativamente extensos (>50 ha).

La zona alta del municipio corresponde a la subregión de la montaña santandereana, con alturas hasta de 2 750 m.s.n.m; predomina la actividad agrícola en pequeña y mediana propiedad, contiene 21 veredas y corresponde a 52% del área del municipio, donde se aloja 82% de su población. En esta zona está localizada la mayor extensión de la microcuenca del río Salamaga, la cual tiene un área de 23 111 ha.

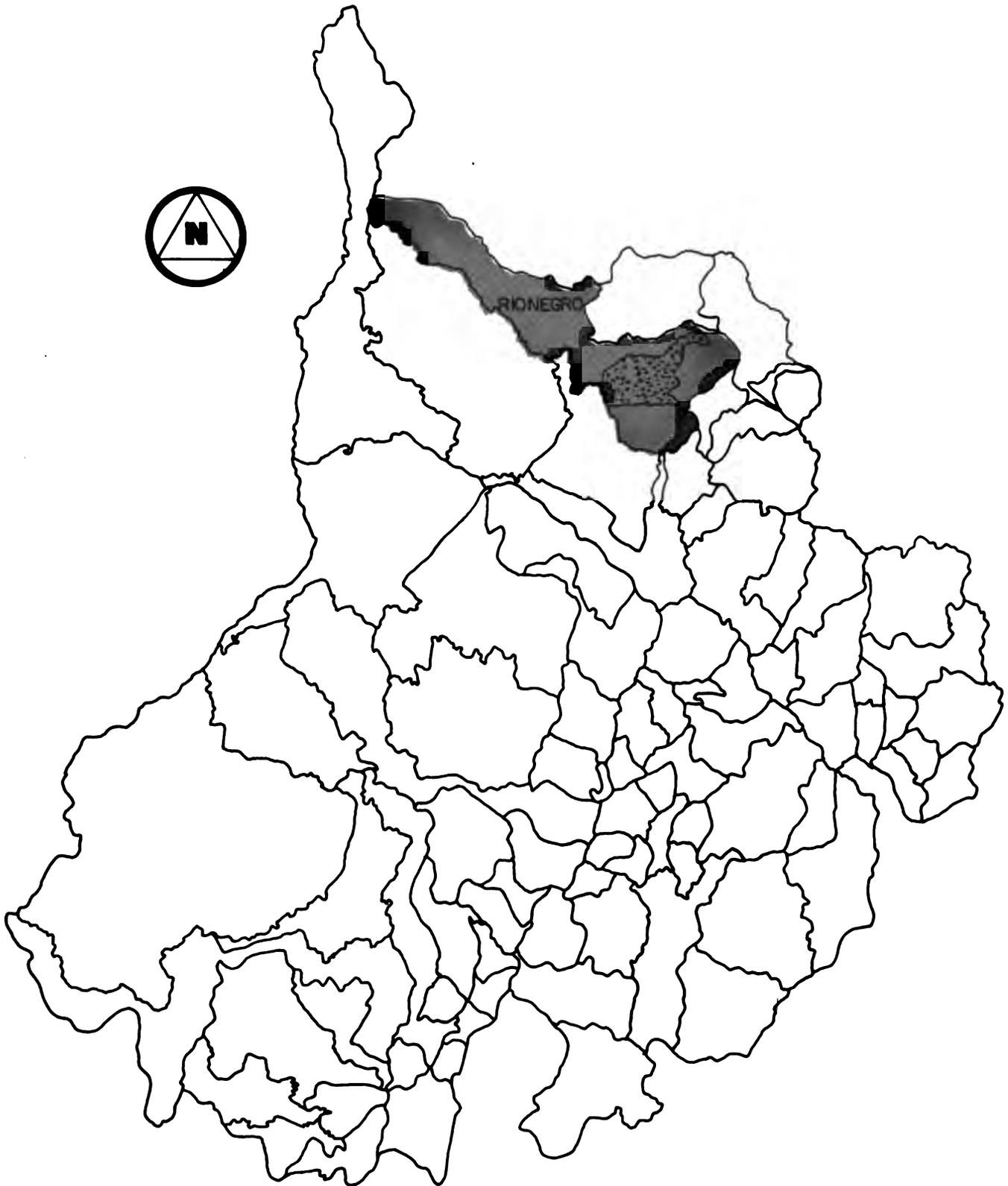
## **Ubicación Astronómica y Geográfica**

El territorio de la subcuenca del río Salamaga está comprendido entre los 7° 16' y 7° 28' de latitud norte, 73° 00' y 73° 17' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich (Mapa 1)

Referente a la posición geográfica, la subcuenca está en el municipio de Rionegro, departamento de Santander. Forma parte de la Región Natural Andina.

## **Extensión**

La subcuenca del río Salamaga tiene una extensión de 23 111 ha. Representa 18,6% del territorio del municipio de Rionegro.



**Mapa 1. Ubicación Astronómica y Geográfica de la subcuenca del río Salama. Digitalizado a esc 1:400 000. Año 1996. Convenio URPA - CORPOICA.**

## Características naturales

### Relieve

La subcuenca está constituida por una región montañosa de la Cordillera Oriental, con una extensión de 21 561 ha; además un área plana con una extensión de 1 550 ha, correspondiente a pequeños valles estrechos a lo largo del recorrido en el sector de su desembocadura al río Lebrija.

### Clima

En el Cuadro 1 se presenta la información climática durante un período de tres a diez años, recopilada en cinco estaciones meteorológicas localizadas en áreas aledañas de la zona de estudio. De acuerdo con la información, la temperatura varía entre 17,3 °C y 29,1 °C, la precipitación tiene distribución bimodal con promedio anual entre 1 956 y 1 206,5 mm, con una humedad relativa de 81% y un brillo solar de 1 560,5 horas.

### Pisos térmicos

Los pisos térmicos son áreas con características climáticas uniformes (temperatura) determinadas

por la altitud. En la subcuenca predomina el piso térmico cálido, éste se caracteriza por estar situado a alturas entre 0 y 1 000 m.s.n.m. y temperatura mayor de 24 °C, su extensión es de 16 098 ha. Sigue en importancia el piso térmico medio situado a alturas entre 1 000 y 2 000 m.s.n.m. y temperatura de 18 °C a 21 °C, con una extensión de 7 013 ha.

### Hidrografía

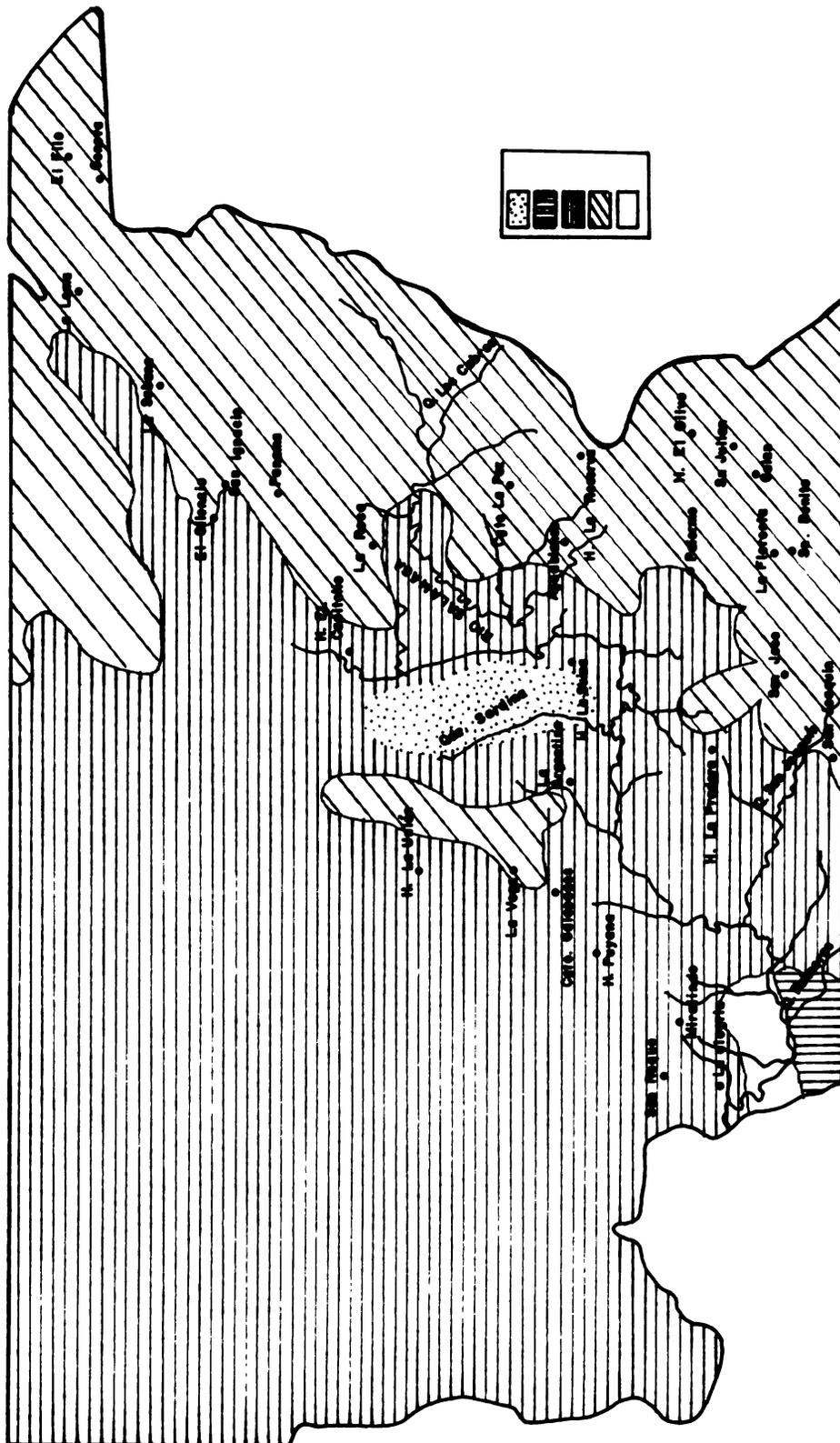
La subcuenca del río Salamaga pertenece a la cuenca mayor del río Magdalena y a la cuenca del río Lebrija.

La subcuenca se observa en el Mapa 2 y tiene las siguientes características morfométricas e hidrográficas:

Caudal máximo:	35,0 m <sup>3</sup> /s
Caudal mínimo:	5,5 m <sup>3</sup> /s
Altura de la cabecera:	3 100 m.s.n.m.
Altura del punto mas bajo:	180 m.s.n.m.
Longitud de la corriente:	40 km
Pendiente:	73 m/km

**Cuadro 1. Información metereológica de la subcuenca del río Salamaga. Rionegro (Colombia)**

Estación	Temperatura				Precipitación		
	Min Med.	Max Med.	Media	Hum Rel. (%)	Total	Días	Brillo
Julián Rey	17,3	29,1	21,8	81,0	1 206,5	182	1 560,5
Salamaga					1 325,0		
El Cocal					1 212,7		
Palestina					1 744,0		
El Silencio					1 956,0		



**Mapa 2. Subcuenca del río Salama. Digitalizado a esc 1:100 000. Año 1996. Proyecto SIG MINAGRICULTURA. Convenio URPA - CORPOICA.**



**- Zona agroecológica del piso térmico cálido provincia subhúmeda (precipitación anual entre 500 - 1 500 mm)**

Bajo estas condiciones climáticas se encuentra la zona agroecológica **Cx**, caracterizada por su relieve complejo, son muy superficiales, baja fertilidad, susceptibles a la erosión y, pedregosos a rocosos. Se constituye en un área propicia para la conservación y protección del medio. Esta zona tiene una extensión de 200 ha.

**- Zona agroecológica del piso térmico cálido provincia húmeda (precipitación anual entre 1 500 - 3 000 mm)**

Bajo estas condiciones climáticas se encuentran las zonas siguientes:

**Zona agroecológica Kb:** en paisajes de tierras aluviales y de planicies coluvio aluviales, de relieve plano con pendientes hasta 3%. Los suelos son bien drenados, moderadamente profundos a profundos y de fertilidad moderada a alta. Áreas aptas para agricultura comercial con cultivos transitorios (maíz, sorgo, frijol), semipermanentes (yuca, plátano, caña), permanentes (frutales) y ganadería extensiva mejorada y extensiva tradicional. Tienen una extensión de 970 ha.

**Zona agroecológica Kr:** tierras de colinas, de relieve fuertemente ondulado, con pendientes hasta 25%. Los suelos (Tropepts) formados a partir de materiales sedimentarios, tienen baja evolución, generalmente bien drenados, superficiales de fertilidad baja. Estas tierras son aptas para ganadería con pastos mejorados y algunos cultivos de subsistencia. Esta zona tiene una extensión de 290 ha.

**Zona agroecológica Kv:** tierras de cordillera, relieve escarpado con pendientes mayores de 50%. Los suelos son derivados de material heterogéneo, presentan baja a moderada evolución, son bien drenados, generalmente superficiales, pedregosos y/o rocosos, muy susceptibles a los procesos erosivos. La fertilidad es baja a mode-

rada. Zonas con aptitud predominantemente de bosque protector. Pueden establecerse cultivos en sistema multiestrata como cacao, caña y frutales; esta zona tiene una extensión de 14 323 ha.

**Zona agroecológica W:** tierras de planicies aluviales del río Lebrija sujetas a inundaciones periódicas; de relieve plano, con pendientes hasta 3%. Los suelos son derivados de materiales sedimentarios, presentan poca evolución, mal drenados. En épocas de sequía son aptos para ganadería, plátano y maíz. Esta zona tiene una extensión de 290 ha.

**- Zonas agroecológicas del piso térmico medio provincia húmeda (Precipitación anual entre 1 500- 3 000 mm)**

En este piso térmico y provincia de humedad, se encuentra la zona agroecológica identificada como **Mg**, la cual se caracteriza por su relieve escarpado, con pendientes mayores de 50%. Los suelos (Tropepts, Andepts) están constituidos por material heterogéneo, son muy poco evolucionados, generalmente superficiales bien drenados, de fertilidad baja a moderada, localmente rocosos. Son áreas aptas para cultivos permanentes (frutales), semipermanentes en sistemas multiestratas (café con sombrío de plátano). La extensión de esta zona es de 7 013 ha.

### *Entorno socioeconómico del municipio*

#### **Características Poblacionales**

**- Distribución de la Población**

De acuerdo a los resultados del censo de 1993, el municipio de Rionegro alberga actualmente una población total de 28 412 habitantes, de los cuales 17% habitan el área urbana y 83% el área rural.

**- Dinámica de la población durante el período intercensal (1985-1993)**

En general, el municipio presenta una población estacionaria durante el período intercensal 1985-1993. Sin embargo, la población urbana registró un incremento anual de 0,81% y la rural un decrecimiento de 0,6% anual.

#### - Densidad Poblacional

El municipio de Rionegro tiene una densidad de 19,2 hab./km<sup>2</sup> para el área rural, considerada muy baja, lo que incide en poca disponibilidad de la mano de obra en el sector rural. Esta situación determinada por el acentuado proceso migratorio campo-ciudad, se explica por dos elementos: el orden público imperante en la zona y la proximidad a la zona metropolitana de la capital del departamento.

#### Infraestructura de Servicios Básicos

Comprende la dotación de elementos logísticos para atender las necesidades básicas de la población a nivel urbano y rural.

#### - Educación

El municipio tiene una población en edad escolar comprendida entre 1-12 años, aproximadamente de 11 000 niños y 6 000 jóvenes entre 13-18 años (Plan Educativo del Departamento de Santander-1994), de los cuales sólo se encuentran escolarizadas 45% y 23%, respectivamente, esto indica una alta tendencia a la deserción escolar. El servicio educativo básico de primaria y secundaria es atendido por una escuela urbana y 87 rurales; la secundaria por tres colegios urbanos y uno en el área rural.

**Cuadro 2. Cobertura de Servicios Básicos**

Vereda	Dist. Cab. Munic	Acceso Carreteable (Km)	Cobertura Enregia %	Cobertura Acueducto %	Escuelas Primaria	Número Familias
Villapaz	3,2	3,2	100	80	2	134
Portachuelo	7,4	7,4	100	30	1	149
La Ceiba	12,6	12,6	100	100	1	149
San J. Arevalo	13,6	13,6	90	30	1	143
La Plazuela	16,2	16,2		90	2	73
Piedra de Moler	16,5	16,5	90		1	118
Galápagos	32,3	32,3	100	50	3	175
Total Promedio	14,5	14,5	82,8	54,2	11	941

Fuente: Diagnóstico Agropecuario Umata - 1993.

Sin embargo, la presencia del Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA" con el Centro de Capacitación Agropecuaria "Aguas Calientes" ubicado en el municipio del Playón, a 30 km de Rionegro, donde se desarrollan importantes programas agrícolas y pecuarios, constituye una fortaleza para el desarrollo del municipio y de la zona de estudio.

La educación básica primaria en el área de la microcuenca se desarrolla en 11 escuelas ubicadas en las diferentes veredas que le conforman (Cuadro 2).

#### - Tasa de analfabetismo e índice educativo

La tasa de analfabetismo para el municipio está entre 20,1% y 30%, considerada como alta, y el índice educativo es bajo, entre 30% y 40%; esta situación es determinada por las condiciones del área rural, donde la población presenta dificultades para acceder a los servicios educativos.

#### - Servicio de Salud

Los servicios básicos de salud se ofrecen a través de un hospital local, ubicado en la cabecera municipal; un centro de salud ubicado en el corregimiento de San Rafael, adscrito al municipio y siete puestos de salud ubicados en igual número de veredas. De acuerdo con la extensión del municipio (122 253 ha), el número de veredas (30) y la población rural (23 572 habitantes), el municipio presenta un gran déficit en este servicio, especialmente para la población rural. Esta situación de baja cobertura del servicio de salud, es coherente con el riesgo de desnutrición infantil que presenta un índice de 32% de la población menor de cinco años para el año 1995.

#### - Servicio de Acueducto y Energía

En el área urbana del municipio, el servicio de acueducto cubre 88% y el de energía eléctrica 100%. En el área rural la cobertura del servicio de acueducto es de 40% y la energía eléctrica 50% de los predios.

En la microcuenca se observa una cobertura de acueducto de 54% y de energía 83% en promedio (Cuadro 2).

#### - Infraestructura Vial

El municipio de Rionegro cuenta con una red carreteras que facilita el acceso a las diferentes veredas, además, lo atraviesa la Troncal Oriental que comunica al centro del país con la costa Atlántica, la cual facilita el transporte de productos a la cabecera municipal y a la capital del departamento. A nivel de la microcuenca, todas las veredas que la conforman cuentan con vías de acceso sin pavimentar, por las condiciones topográficas y falta de mantenimiento presentan serias restricciones para movilizar los productos, especialmente en épocas de invierno.

#### Asistencia Técnica y Crédito

El municipio cuenta con la presencia de un conjunto de entidades, las cuales ofrecen un importante apoyo para el desarrollo agropecuario de la zona: FEDECACAO, FEDECAFE, FEDEGAN, ICA, SENA, CORPOICA y las Unidades Municipales de Asistencia Técnica "UMATA"; además de la Caja Agraria, dos cooperativas (Ahorro y Crédito y Servicios) y una sucursal del Banco Cafetero.

#### Organización Comunitaria

La organización comunitaria de la población de la zona es deficiente, se desarrolla a través de las Juntas de Acción Comunal que intervienen en aspectos de orden cívico; pero no tienen injerencia en la organización de los productores.

#### Comercialización

Los principales productos agrícolas de la zona son el cacao y el café, para los cuales existe una infraestructura de mercadeo aceptable, con presencia de la Cooperativa de Caficultores en la

cabecera municipal de Rionegro, aquí se encuentran también algunos proveedores de las empresas procesadoras de cacao, los cuales disponen de sitios de compra con bodegas y medios de transporte. Estos productos se destinan a la capital del departamento, de donde se desplazan a otros departamentos y al mercado externo.

Otros productos como la yuca, el plátano, maíz y cítricos se destinan en una alta proporción al mercado local y los excedentes son comercializados en el área metropolitana de Bucaramanga.

### Tenencia y Tamaño de los Predios

En el municipio de Rionegro predomina el sistema de tenencia de la tierra en propiedad (69%), seguido por el sistema de arrendamiento (13%), aparcería (10%) y otras formas de tenencia (8%). Específicamente en la zona de estudio, las formas de tenencia presentan exactamente la misma situación (Cuadro 3).

Referente al tamaño de los predios, en el municipio de Rionegro 33,3% de éstos son menores de 5 ha, 33% están entre 5 y 20 ha, lo cual indica el predominio de la pequeña propiedad. 15,3% corresponde a explotaciones mayores de 50 ha ubicadas

fundamentalmente en la parte plana y ondulada del municipio, dedicadas en mayor proporción a la ganadería extensiva.

En el área que conforma la microcuenca del río Salamaga, la situación de minifundio es más acentuada. En el Cuadro 3 se observa que 62% de los predios son menores de 5 ha y 31% están entre 5 y 20 ha; estos predios están dedicados especialmente a la actividad agrícola con una fuerte presión socioeconómica y los consecuentes problemas de deforestación, sumado al mal manejo en cuanto a quemas y remoción de suelo.

### Actividad Agropecuaria

En el municipio de Rionegro predomina la actividad agrícola, donde los renglones prioritarios son el café y cacao, en conjunto alcanzan una cobertura superior a 12 700 ha; le siguen en importancia la yuca, plátano, maíz y cítricos, que conforman un agroecosistema agropecuario, con un área aproximada de 4 800 ha.

Los pastos cubren un área de 11 970 ha y predominan en las zonas planas y onduladas, dedicadas a la ganadería extensiva de doble propósito.

**Cuadro 3. Tenencia y Tamaño de los Predios en el Área de la Microcuenca del Río Salamaga.**

Área de estudio	Tenencia				Tamaño				
	Propiedad %	Arrendam. %	Aparcería %	Otros %	< 5 ha %	5-10 ha %	10-20 ha %	20-50 ha %	> 50 ha %
Municipio	69	13	10	8	33,3	16,4	16,6	18,4	15,3
Microcuenca	69	13	10	8	62	18	13	3	4

Fuente: IGAC. Carta Catastral. 1993. Diagnóstico Agropecuario UMATA. Rionegro



Algunas de las características químicas que determinan el bajo nivel de fertilidad de los suelos son: pH extremadamente ácido (pH menor de 5,5), contenido medio de materia orgánica (1,5-2,5%) y muy bajo en fósforo (15 p.p.m. de P), potasio (0,20 meqK/100g suelo) y en calcio, magnesio, zinc y boro.

Dentro de este agroecosistema, el sistema de producción más importante es el de cacao.

#### - Descripción del Sistema de Producción Cacao (AGE 4)

La especie principal de este sistema multiestrata es el cacao, con una extensión sembrada aproximadamente de 6 625 ha, una producción de 4637 t, por un valor de \$ 5 465 millones.

El nivel tecnológico es bajo. Este cultivo se desarrolla básicamente en pequeña (menos de 5 ha) y mediana propiedad (5 a 10 ha). El sistema se explota en 85% por propietarios y la mano de obra es de 70% de tipo familiar.

En general, más de 50% de los productores utilizan semillas de mezclas híbridas. Los productores no practican con la debida regularidad el control de plagas y enfermedades, merecen especial atención la Monilia, Roselinia y *Phytophthora*, entre las plagas están el *Xileborus*, *Monalonium* y pasador del fruto. Además, son escasos los agricultores que realizan la práctica de podas.

En lo referente a la nutrición vegetal, son muy pocos los cacaocultores que la realizan; algunos aplican cal y abono orgánico.

#### *Situación actual del sistema de Producción Cacao*

De acuerdo con las condiciones ambientales descritas, el sistema se encuentra dentro de las condiciones climáticas ideales; sin embargo es necesario implementar el desarrollo de los cultivos con prácticas de manejo fitosanitarios; además se

requiere diseñar planes de manejo de suelos relacionados con prácticas de conservación, aplicación de correctivos de acidez y abonamiento.

La ampliación del área del sistema con cacao sin sombra, se constituye en una seria amenaza sobre los bosques, suelos y agua.

Para el establecimiento de especies como yuca, maíz y frijol, se deben emplear técnicas de rotación de cultivos establecidos en franjas, con barreras vivas a través de la pendiente y operaciones de labranza conservacionista.

El sistema de producción de cacao se caracteriza por la interacción de varias especies dentro de mismo arreglo, tales como aguacate, cítricos y plátano; la producción de estos subsistemas contribuyen con ingresos adicionales importantes para el productor; los productos se destinan al mercado de Rionegro y Bucaramanga.

Los productores comercializan el cacao a través de intermediarios de las industrias procesadoras del producto. Además reciben asistencia técnica gremial (Fedecacao).

Desde el punto de vista tecnológico, los mayores limitantes se refieren a la calidad genética, el uso de mezcla con materiales susceptibles a enfermedades, el manejo inadecuado de las plantaciones. problemas fitosanitarios como: MONILIASIS (pérdidas hasta de 50%) y ROSELLINIA (10% de muerte de árboles), sumado al bajo nivel de adopción de tecnología, que se constituye en otro serio limitante para el desarrollo del sistema.

Desde el punto de vista social, la escasa organización comunitaria, poca visión empresarial y escasez de mano de obra impide mejorar la gestión productiva.

El sistema presenta ventajas relevantes como: Bajo requerimiento de insumos, la producción casi permanente le permite al productor obtener ingresos periódicos para el sostenimiento de las unidades productivas.

## - Descripción del Sistema de Producción Café (AGE 1)

El sistema de producción café se encuentra tradicionalmente con sombrío de plátano y árboles frutales permanentes; en paisajes de cordillera de la zona agroecológica Mg.

El sistema se caracteriza por un nivel tecnológico medio.

Dentro de las principales limitantes se destaca la susceptibilidad de la variedad a problemas sanitarios y de fertilidad de los suelos; como factores externos, los bajos predios en el mercado internacional, la escasez de vías adecuadas y altos costos de producción.

Los productores de café disponen de asistencia técnica gremial y facilidad de financiamiento.

## Agroecosistemas Pecuarios (AGE 3)

Los sistemas de producción pecuarios se localizan en aquellas zonas donde la cobertura y uso de la tierra son predominantemente pastos mejorados, pastos naturales y la mezcla de pastos naturales y rastrojos.

## - Descripción del Sistemas de producción bovino extensivo

Este sistema se caracteriza por una cobertura vegetal compuesta de 7 748 ha de pastos mejorados y 3 100 ha de pastos naturales; establecidas en la región de piedemonte y de montaña, de relieve quebrado a escarpado con pendientes de 25-50%, y precipitaciones hasta de 2 000 mm anuales.

Los suelos son de baja evolución, generalmente superficiales y localmente pedregosos, ligera a moderadamente erosionados (zonas agroecológicas Mg, Kr y Kv).

Algunas características químicas que determinan el nivel de fertilidad son: pH 4,3 a 5,8, contenido

de materia orgánica de 2,2 a 5,32%, el nivel de fósforo es muy bajo (3-9 p.p.m de P), contenido de calcio y magnesio muy bajos, y de potasio de medio a alto (0,15- 0, 40 meqK/100 g suelo).

La población ganadera aproximada es de 5 000 cabezas.

El nivel tecnológico es bajo-medio. La alimentación se basa en el suministro de forraje en pastoreo en potreros muy extensos; la practica para el establecimiento de la ganadería consiste en talar, quemar y sembrar un cultivo transitorio y finalmente establecer las praderas. Los pastos mejorados predominantes son: *Brachiaria* sp. (47%), puntero *Hyparrhenia rufa* (15%), y los naturales gramas (*Paspalum*) y vende agujas (*Cortaderia nítida*).

La suplementación mineral es una práctica relativamente extendida, se suministra sal de mar o mezcla de ésta con sal mineralizada.

### *Situación actual del sistema de producción bovino extensivo.*

En general, este agroecosistema es de un gran potencial ganadero, por cuanto con el empleo de prácticas adecuadas de manejo de suelos, pastos y población de bovinos, la capacidad productiva de estos suelos no estaría en conflicto con el uso actual; en consecuencia los productos del sistema en cuanto a cantidad y calidad se refiere, serán sostenibles y competitivos.

Los principales limitantes tecnológicos identificados están relacionados con el manejo de potreros (rotación, control de maleza, aplicación de enmiendas de acidez, fertilizantes), baja disponibilidad de forrajes de buena calidad y baja cantidad de los mismos en época de sequía, y por problemas sanitarios ocasionados por enfermedades infecciosas de la reproducción, hemoparásitos y ectoparásitos.

La tecnología generada y los niveles de adopción no son satisfactorios, debido en gran parte a los costos y a la deficiencia de los programas de transferencia.

## **Agroecosistema de Producción Agropecuario (AGE 2)**

Los agroecosistemas agropecuarios corresponden a las regiones donde predominan mezclas de uso agrícola y pecuario en más de 70% del área, con proporciones menores de otras coberturas vegetales como rastrojos y bosques.

### **- Descripción del Sistema de Producción Agropecuario**

La cobertura está compuesta por áreas de misceláneos con cultivos transitorios como maíz y yuca, semipermanentes como caña y plátano y permanentes como frutales (cítricos, aguacate), cacao y pastos, que ocupan una extensión de 4 781 ha; está localizado en zonas de ladera de la montaña santandereana con precipitaciones hasta de 2500 mm anuales.

Los suelos se caracterizan por tener un nivel de fertilidad mediano, son superficiales (profundidad efectiva menor de 50 cm), localmente pedregosos, ligera a moderadamente erosionados; zonas agroecológicas Kv y Mg.

En este sistema predominan el maíz, yuca y pequeñas áreas cultivadas con plátano, que interactúan con el sistema de producción pecuario.

El tipo de tenencia de la tierra es en propiedad, con predominio de minifundio y un alto porcentaje de utilización de mano de obra familiar.

La tecnología de producción es tradicional, con uso de variedades criollas y escasa utilización de insumos.

### *Análisis del Sistema de Producción agropecuario*

Dadas las condiciones de altas pendientes (mayores de 50%), la susceptibilidad de los suelos a la erosión y los tipos de uso de la tierra, se requiere diseñar planes de manejo de suelos relacionados

con operaciones de labranza, sistemas de siembra, control de malezas y aplicación de abonos. Otra limitante del sistema es la escasa utilización de variedades de mayor rendimiento y de bajos requerimientos de insumos.

Este sistema de producción corresponde al de economía campesina de subsistencia, donde la producción se destina preferencialmente para autoconsumo y los excedentes al mercado local o regional. En general existe bajo nivel de vida de la población debido a las condiciones de marginalidad frente a la dotación de servicios básicos, lo que hace necesario desarrollar programas de infraestructura como vías, acueductos, servicios de asistencia técnica y crediticia que permitan la articulación de esta zona a la dinámica del mercado.

## ***Evaluación de tierras de la subcuenca del río Salamaga***

### **Objetivos**

- Desarrollar un sistema de Evaluación de Tierras Automatizado (ALES) para el sistema de producción de cacao intercalado con plátano como sombrío transitorio.
- Evaluación de la aptitud de las tierras y determinación de su distribución geográfica.

El esquema aplicado se basó en los principios propuestos por la FAO. Se emplearon datos correspondientes a las características o cualidades de las tierras de cada unidad cartográfica, éstas fueron confrontadas con los requerimientos del cultivo de cacao y de plátano, lográndose finalmente un mapa de aptitud agrícola para el tipo de uso en estudio.

Una de las ventajas de la clasificación es que contribuye desde el comienzo del estudio, a la formulación de proyectos y a diferenciar las tierras que son aptas.

## Resultados

En el Cuadro 4 y Mapa 5 se presentan los resultados de la evaluación de tierras de la subcuenca del río Salamaga para el TUT cacao intercalado con plátano.

De acuerdo con estos datos, de las cinco Asociaciones de suelos, la A. El Paso y A. Sardinias son físicamente aptas para el TUT estudiado; las A. El Cairo, Laguna y Trincheras tienen algunas series de suelos que son físicamente aptas para el TUT

mencionado. La Asociación Playón no es apta para el cultivo de cacao y plátano.

De esta evaluación se deduce que en la subcuenca existen 21 820 ha de tierra con características físicas aptas para el cultivo de cacao y plátano; en la actualidad sólo hay sembradas 6 625 ha.

La evaluación de las tierras muestran que con los costos de producción y valor del producto actual (US\$ 1), son dentro del contexto económico marginalmente aptas; las relaciones beneficio/costos oscilan entre 1,09 y 1,13.

**Cuadro 4. Evaluación de Tierras de la Subcuenca del Río Salamaga**

Serie	Código	Subclase aptitud	Extensión ha	Clase económica
El Cairo	CPab	2CE	30	S3
Limoncito	CPbc	4CE	-	-
Laguna	LGef	4CE	-	-
Cuesta Rica	LGc	1	3 800	-
Galápagos	TCf	4CE	-	-
Trinchera	TCed	1	3 800	S3
El Paso	PAa	1	30	S3
Vega	PAab	1	1 050	S3
Portachuelo	SRf	1	8 700	S3
Aguada	SRf1	2CE	3 620	S3
San Julián	SRef	1	580	S3
Misijuay	SRfe	1	210	S3
Playón	PPab	4DO	-	-
Bambú	PPa	4DO	-	-
<b>TOTAL</b>			<b>21.820</b>	

### Subclase de aptitud física

- 1: Apta
- 2: Moderadamente apta
- 3: Apta marginalmente
- 4: No apta
- CE: Condiciones de enraizamiento
- DO: Disponibilidad de oxígeno

### Subclase de aptitud económica

- S1: Muy apta
- S2: Apta
- S3: Marginalmente apta
- S4: No apta



# IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO DE SUELOS Y AGUA EN SISTEMAS DE FINCA, EN LOS SUELOS DE LADERA DE LA SIERRA ECUATORIANA

Juan J. Córdova, Eduardo Peralta y Vicente Novoa  
Ingenieros Agrónomos M. Sc. Investigadores de la E. E. Santa Catalina del INIAP  
Quito - Ecuador

## **Introducción**

La degradación continua de los suelos de ladera de la sierra ecuatoriana, por hallarse bajo una alta explotación agropecuaria, se la ha considerado de muy seria a crítica en un alto porcentaje (67,4%), con la consecuente destrucción excesiva de las cuencas hidrográficas, con una creciente erosión de la tierra y una alta sedimentación de los principales reservorios y lechos de los ríos.

Los suelos de la provincia de Imbabura, y específicamente los localizados en la cuenca del río Chota, no escapan de esta problemática, agravándose aún más, puesto que en un alto porcentaje son suelos altamente degradados con afloración de la cangahua, de pH neutro a alcalino y de bajo a medio contenido de materia orgánica.

Las causas que dan origen a este problema, son entre otras: el grado de pendiente, suelos poco estables, alto valor de erosión laminar y un excesivo uso de la tierra; lo cual ha ocasionado y sigue ocasionando degradación de los suelos, transformándolos cada vez en suelos improductivos, encontrándose áreas que han sido abandonados de las prácticas agropecuarias.

Esta problemática ha incidido para que el Departamento de Manejo de Suelos y Agua, conjuntamente con el Programa de Leguminosas y apoyados por PROFRIZA (Programa de Fríjol de la Zona Andina), a partir de 1994, implemente trabajos de manejo y conservación de suelos en áreas productoras de fríjol (*P. vulgaris* L.) a nivel de finca con carácter participativo en la comunidad El Inca; ubicada en la microcuenca del río Chama-

chán, tributario de la cuenca del río Chota, perteneciente al Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura, con los objetivos siguientes:

## **Objetivo general**

Establecer prácticas de manejo de suelos y agua en el sistema de finca, para mejorar la productividad de la finca y promover su masificación en otras fincas de la comunidad.

## **Objetivos específicos**

- Organizar y consolidar grupos de agricultores alrededor del manejo de suelos y agua.
- Capacitar a los integrantes de los grupos en prácticas de manejo de suelos y aguas durante la ejecución de las actividades y tareas de campo.

Con los aportes del IICA / PROCIANDINO, a través Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) fue posible continuar con esta actividad, ya que permitió fortalecer el área de trabajo.

## **Metodología**

Una vez seleccionada la cuenca hidrográfica (Chota), se eligió la microcuenca del río Chamachán, por presentar los problemas de erosión antes indicados, luego se seleccionó la comunidad en

función del grado de asociación existente entre sus componentes. Dentro de la comunidad se ubicaron las fincas que participarían en prácticas de manejo y conservación de suelos.

A través de charlas de capacitación sobre erosión, conservación de suelos y tecnologías de cultivos, se conformó el grupo de agricultores alrededor de manejo de suelos y agua denominado Grupo de Agricultura Sostenible Participativa (GASP), orientados hacia una agricultura sostenible; se caracterizaron las fincas, se realizó el diagnóstico participativo y se diseñó y construyó obras mecánicas y agronómicas de manejo y conservación de suelos y agua; Durante todo el proceso se ha venido realizando una capacitación continua en el nuevo esquema de trabajo.

## **Resultados**

Los logros alcanzados dentro de esta actividad con los aportes del IICA/PROCIANDINO y PROFRIZA y dentro de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos, se los puede resumir en los siguientes:

Se complementó la segunda finca de manejo y conservación de suelos y agua, diseñando y construyendo cuatro zanjas de desviación, totalizando 420 m con formación de camellones, trasplante de árboles de nogal, pino y aliso a lo largo de las zanjas. En los espacios entre los árboles se plantará alfalfa, para esto se ha formado un semillero.

Formación de una cama de lombricultura para la obtención de humus de lombriz, y una compostera para la formación de compost, utilizando todos los residuos vegetales de las cosechas y los estiércol de animales menores y vacunos de la finca.

Aprovechando la plantación de árboles en las zanjas de desviación, se procederá al manejo agroforestal, donde se realizará cultivos de mora, taxo y granadilla, para lo cual se han establecido los semilleros correspondientes.

Se incorporaron dos fincas más al manejo y conservación de suelos, trazándose diez zanjas de desviación en un total de 1 380 m de zanjas con su respectivo camellón en donde se plantarán 300 limoneros, se construyeron dos semilleros de alfalfa, uno en cada finca, para transplantar entre los espacios de los limoneros.

En una de las fincas, en la parte de mayor pendiente (56% de pendiente), se trazaron cinco curvas a nivel para retención de humedad a un espaciamiento de 14 m entre curvas, en estas curvas se plantarán árboles de nogal, pino y aliso.

Se establecieron además cuatro camas de lombricultura en fincas de otros productores de la comunidad y una compostera en la finca número uno de manejo y conservación de suelos.

En la finca número dos, el INEFAN estableció un vivero de árboles de aliso, pino, nogal, guato, etc. con la finalidad de establecer un programa de reforestación de la comunidad, de esta forma se inicia el trabajo interinstitucional en la zona.

Todos los trabajos fueron realizados en forma participativa con los agricultores, constituyéndose cada acción en una continua capacitación en trabajo. Las labores de apertura de zanjas de desviación fueron realizadas en unos casos con maquinaria y en otros en forma manual.

Se realizó un día de campo para las autoridades del INIAP y otras instituciones, en el cual se contó con la presencia de 70 participantes, además estas actividades han servido para que agricultores, técnicos y estudiantes puedan realizar observaciones de como manejar el suelo y el agua a nivel de finca, bajo un criterio de sostenibilidad, en donde los agricultores tienen una alta participación, puesto que son ellos los encargados de presentar todas sus experiencias y emitir sus criterios a cerca de como ven sus fincas después de haber realizado los trabajos de conservación de suelos.

# USO Y MANEJO CONSERVACIONISTA DE SUELOS DE LADERA EN LA MICROCUENCA DE VINCHOS, AYACUCHO - PERÚ

## SEGUNDO AVANCE

Justino Velásquez Miranda, Richard Miguel Jaimes y Victoriano Núñez Cuba  
*Ingenieros Agrónomos. Instituto Nacional de Investigación Agraria - Perú*

*La Microcuenca Vinchos se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Vinchos, región los Libertadores-Wari, a una altitud que no desde los 2 980 - 5 172 m.s.n.m.*

*La variación estacional de la temperatura medio anual es de 8,8 °C, mínima 0,3 °C y máximo 17,4 °C y una precipitación parecido anual de 400 a 500 mm/año.*

*Por su condición de paisaje montañoso, con una fisiografía accidentada de fuertes pendientes, constituye un espacio físico de alta fragilidad. A diferencia de nuestros antepasados, somos una sociedad depredadora, con la introducción de especie animales con características destructoras se acelero el proceso erosión; el poblador andino se ve obligado a producir sus alimentos bajo estas condiciones, con prácticas agronómicas que inducen a la erosión como los surcos en el sentido de la máxima pendiente. La vegetación natural es igualmente depredada por la irracional explotación y la quema frecuente a la que es sometida. Los pastos naturales altoandinos también están sufriendo el impacto del sobrepastoreo y la quema. Todos estos factores, en su conjunto, han inducido al proceso erosivo, manifestándose en sus diferentes formas y grados.*

*De acuerdo a la forma de organización de las comunidades, los terrenos son comunales en su mayoría y son cultivados por el sistema de rotación con tecnologías tradicionales propias, teniendo en cuenta sus pisos ecológicos.*

*La producción y productividad es bajo debido a que los pobladores altoandinos practican la tecnología tradicional, donde la producción es para su autoconsumo.*

*Mediante el adecuado manejo nacional de los recursos naturales agua, suelo y vegetación se incrementar la producción y productividad para mejorar las condiciones de vida del poblador altoandino, evitando su migración a ciudades y elevando su nivel de vida.*

### **Introducción**

En las zonas alto andinas del Perú, arriba de los 2 500 m.s.n.m., Los pequeños agricultores, aquéllos que manejan menos de 10 ha, constituyen la mayoría de agricultores de la sierra, y se encuentran organizados desde tiempos ancestrales en ayllus y después de la Invasión Europea en las comunidades campesinas. Se estima que existe 2 700 000 comuneros (500 000 familias) que habitan en 3 500 comunidades campesinas entre los 2 500 - 5 000 m.s.n.m.

En Ayacucho, 54,39% de la superficie del departamento se encuentra entre los 2 800 a 3 800 m.s.n.m. en ella se realiza la agricultura, y la ganadería alto andina entre los 2 900 m.s.n.m. 72% entre los 3 000 a 4 000 m.s.n.m. y en ella viven las 2/3 partes del número de agricultores a nivel departamental. La actividad agropecuaria se realiza en pendientes pronunciadas, utilizando prácticas agrícolas tradicionales y con poco apoyo técnico moderno y crediticio; sin embargo, en promedio producen 50% de los alimentos más importantes que se consumen en Ayacucho.

El agreste y variado medio Alto andino se caracteriza por una notable variación del clima. El régimen de lluvias varía de año en año y aún dentro de un mismo año.

En una agricultura de secano y en suelo de fuerte pendiente, la cantidad de lluvias por campaña y su distribución durante el período de crecimiento de los cultivos, es determinante en la producción.

La gran variedad del clima (exceso de humedad, sequía, helada, granizada), hace que la agricultura de secano llevada a cabo por las comunidades alto andinas de la microcuenca de VINCHOS sea una agricultura de alto riesgo. Frente a los factores limitantes, mayormente en las zonas arriba de los 3 000 m.s.n.m., las comunidades han desarrollado a través de miles de años prácticas agrícolas y una ganadería que en conjunto configuran un tipo de agricultura orientada a minimizar los riesgos y la obtención de una estabilidad de la producción mínima que les permita una subsistencia familiar. Una de estas prácticas es el manejo de una amplia base fitogenética y zoogenética, con la finalidad de mantener una variabilidad intra e interespecífica, sobre todo con las especies nativas, tanto vegetales y animales.

### ***Caracterización física de la microcuenca Vinchos***

#### **Ubicación**

La microcuenca Vinchos se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga, distrito de Vinchos, perteneciente a la región Los Libertadores-Wari.

#### **Características agroecológicas**

##### *Clima*

La variación estacional de la temperatura media anual en la microcuenca es de 8,8 °C, mínima, 0,3 °C y máxima, 17,4 °C y la precipitación promedio anual de 400 - 500 mm/año.

El agreste y variado medio alto andino se caracteriza por una notable variación del clima, sobre todo el régimen de lluvias, el cual varía de año en año.

La gran variedad del clima (exceso de humedad, sequía, heladas, granizo) hacen que la agricultura de secano llevada por las comunidades de la microcuenca sea de alto riesgo.

#### *Topografía*

La topografía del ámbito de la microcuenca es bastante accidentada con pendientes que varían de 2% a 60%, donde la erosión del suelo es más notoria y grave en las laderas y actualmente 22% del total de la superficie nacional tiene problemas serios de erosión. Las tierras agrícolas son escasas y en su mayoría presentan alto grado de erosión.

#### *Vegetación*

La vegetación ha sido descrita de acuerdo a los cultivos predominantes en cada piso altitudinal y a las características del suelo y del clima.

Se considera como factores inmodificables, la altitud, la pendiente y la precipitación.

#### **Zonas Agroecológicas**

- Zona Agroecológica Baja: Base de la actividad agrícola.

Es la Zona Agroecológica del maíz, comprendida entre 3 000 - 3 400 m.s.n.m, zonas distribuidas en pequeñas terrazas.

- Zona Agroecológica Media: Base de la actividad Agrícola.

Zona-Agroecológica de los tubérculos y granos andinos como: La papa, oca, olluco, mashua, quinua, kiwicha, tarwi, cañihua y los cultivos introducidos como la cebada y el trigo etc. Compreendida entre 3 400 - 3.900 m.s.n.m.



**Vista panorámica de la microcuenca de Vinchos. Huamanga,  
Departamento de Ayacucho - Perú.**



**Vista parcial del río Cachi, principal recurso hídrico de la microcuenca de Vinchos**

- Zona Agroecológica Alta: Base de la actividad ganadera.

Zona Agroecológica, donde se práctica la actividad ganadera y zona de los pastos naturales comprendida entre 3 900 a 4 200 m.s.n.m.

Por observación directa y recorriendo las comunidades, se han determinado 10 formaciones vegetales, en las cuales se pueden identificar plantas perennes del grupo ARBORETUM y plantas anuales del grupo, HERBETUM, éstas aparecen generalmente en las épocas de lluvia.

#### *Suelo*

En la parte baja, los suelos son de origen aluvial de textura media a pesada, con una buena profundidad efectiva. En la parte media son de origen

coluvial de textura medio a pasada, y con una profundidad efectiva de 10 a 15 cm. En la parte alta son de origen coluvial con una capa arable muy superficial, menor de 10 cm.

En Perú, el recurso es muy escaso, los terrenos planos son insuficientes. En la región de la Sierra la mayor parte de la agricultura se hace en terrenos de ladera y sin tener en cuenta medidas mínimas de cuidado para su conservación.

#### *Caracterización de Tipos o Sistemas de uso con base en la tenencia, rubros, rotaciones, tecnología, y destino de la producción*

En la microcuenca, 80% de los terrenos son comunales y 20% familiares. Los que se acondicionan para ser sembrados con raíces, tubérculos y granos.



**Vista del proceso de erosión de los terrenos agrícolas en la Ladera/Comunidad de Urpaypampa - Microcuenca Vinchos. Ayacucho - Perú**

Las rotaciones de cultivo se hacen con base en terrenos en descanso de 1 a 3 años, para luego ser utilizados.

En cuanto al uso de tecnología disponible tenemos lo siguiente:

#### **Formas o estilos de cultivos**

- Cultivos solos: maíz, haba y quinua.
- Cultivos asociados: papa, cebada y trigo.

#### **Labores Culturales**

- Labores preliminares
- Quema de rastrojo
- Formas de preparación de terreno.
- Profundidad y ancho de preparación

#### **Preparación de semillas.**

- Formas de obtención de semillas
- Selección de semillas
- Clases y peso de semilla
- Desbrote, verdeo (tubérculos)
- Desinfección de semilla.
- Uso de variedades nativas.

#### **Surcado**

- Tipo media luna (pendiente moderado)
- Tipo de frente (fuertes pendientes)
- Tipo palmeta (pendiente moderado, mucha humedad)
- Tipo lengua de vaca o lomo de pescado (terrenos con lomadas)
- Tipo bandera (para terrenos planos ligeramente inclinado)
- Tipo redes (terrenos planos)

#### **Formas de Siembra**

- Lomo de surco (tubérculo)
- Fondo del surco (tubérculo)
- Forma de surqueo (tubérculo)
- Forma de qallmeo (tubérculo)
- Machqay (voleo - cereales)
- Cola buey (maíz, haba, arveja)

#### **Uso de tracción para movimiento de terreno**

- Tracción animal (yunta)
- Tracción manual (chaquitacla)

En la fertilización de sus cultivos en estas comunidades altoandinas, en su mayoría usan desde épocas ancestrales el abono orgánico (estiércol) y en menor escala los abonos inorgánicos. Dentro de las clases de abonos tenemos:

- Abonos de origen animal (Wanu)
- Abonos de origen vegetal (abono verde)

Los productos obtenidos por las comunidades en su mayoría (80%) es para autoconsumo y 20% para el sistema de trueque (cambio de un producto por otro).

#### ***Descripción Socioeconómica (censo y estadísticas de producción y comercialización)***

La producción es baja, debido a que los pobladores altoandinos no tienen una tecnología adecuada para mejorar la producción y productividad de sus cultivos. de allí que la comercialización de los excedentes es mínimo. La producción es destinada casi en la totalidad para el autoconsumo.

De acuerdo a los últimos datos del censo, la población netamente activa en las comunidades

es de 40%, debido a que los jóvenes han emigrado a las ciudades por los problemas sociopolíticos (terrorismo), quedando pobladores de avanzada edad. grandes extensiones de terrenos no son aprovechadas.

### ***Recopilación y organización de la información tecnológica de productos y sistemas de uso***

Una de las instituciones que viene trabajando dentro del ámbito de la microcuenca Vinchos, en 37 comunidades, es el Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), ésta hace énfasis en el uso y manejo racional de los recursos naturales agua, suelo y vegetación, como estrategia del desarrollo rural en la sierra del país y elevar el nivel de vida de los agricultores.

Asimismo, la Estación Experimental CANAAN-INIA viene promoviendo el uso de semillas nativas altoandinas y/o mejorados para elevar producción y productividad con transferencia de tecnología adecuada a la zona.

### ***Descripción de prácticas y sistema de manejo para la prevención de la erosión y conservación de suelos y aguas***

Dentro del ámbito de la microcuenca Vinchos, el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos-PRONAMACHCS viene promoviendo y desarrollando la ejecución de prácticas conservacionista, tales como:

- Prácticas agronómicas culturales: surcos en contornos, rotación de cultivos, cultivos asociados, barreras vivas.
- Prácticas mecánico estructurales: zanjas de absorción, terrazas individuales, diques para el control de cárcavas.

- Prácticas forestales agrológicas : pastos mejorados, cortinas rompevientos, rotación de canchas, plantaciones de macizo.

Además trabajos de desarrollo forestal, instalación de viveros comunales, producción de plántones, plantaciones.

En lo que respecta a obras de Infraestructura rural:

- \* Construcción y mejoramiento de sistema de infraestructura de riego (canales y reservorios)
  - \* Manejo eficiente del sistema de riego en laderas.
  - \* Construcción de sistema de agua potable.
  - \* Defensa ribereña.
- Instituciones de Investigación y transferencia de tecnología.

En los departamentos lo viene haciendo el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) a través de sus estaciones experimentales ubicados en la costa, sierra y selva, en este caso la estación experimental CANAAN -AYACUCHO, también lo viene haciendo las Universidades, ONGs, etc.

- Proyectos en curso y mecanismo de Cooperación Nacional e Internacional, así como los recursos humanos, financieros e infraestructura.

Existe gran interés de parte de las instituciones ligadas al Sector Agrario de participar en este proyecto piloto, como la Asociación Nacional de Lombricultura, programa de recurso genético, proyecto de leguminosas, proyecto de animales menores, proyecto de reforestación, etc.

Con respecto a los mecanismos de Cooperación Nacional e Internacional, así como los recursos humanos, financieros e infraestructura se harán las gestiones pertinentes, después de la presentación del informe de caracterización de la microcuenca Vinchos a la Secretaría Ejecutiva del PROCINDINO en enero de 1997.



**Vista de terrazas de absorción con talud de piedra, construido por el Club de Madres - Comunidad de Arizona.**



**Vista parcial de terrazas de absorción y de formación lenta, Comunidad de Sallalli - Cultivo de cebada.**



**Vista parcial de cultivos asociados en trabajos de conservación de suelos de ladera. Cooperativa Concepción 8 de diciembre Vinchos - Ayacucho.**



**Vista de una plantación forestal en macizo con eucalypto. Comunidad de Urpaypampa. Microcuenca Vinchos. Ayacucho - Perú.**



**Vista de terrazas de absorción con talud de tierra. Comunidad de Urpaypampa, donde se cosecha papa y haba. Microcuenca Vinchos. Ayacucho - Perú.**





**Vista de terraza de formación lenta con barreras vivas como el colle.  
Comunidad de Urpaypampa. Microcuenca Vinchos. Ayacucho - Perú.**





**Vista de zanja de infiltración para plantaciones forestales con eucalipto.  
Comunidad de Urpaypampa. Microcuenca Vinchos. Ayacucho - Perú.**



# INFORME SOBRE EL PROYECTO DE LADERAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PEREÑO DEL ESTADO TÁCHIRA - VENEZUELA

Antonio Chacin\*, Pedro Yañez\*\* y Nabor Gómez\*\*

\* Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Táchira - Venezuela

\*\* Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira - FONAIAP. Venezuela

## **Introducción**

Venezuela ocupa una superficie total de 916 450 km<sup>2</sup>, caracterizándose por presentar una fisiografía muy variada y discontinua; alternan llanuras, cadenas montañosas y mesetas, con predominio de zonas por debajo de los 600 m.s.n.m. de las cuales 56% son áreas fundamentalmente planas, el resto (44%) lo constituyen cadenas montañosas con alturas que pueden llegar por encima de los 5 000 m.s.n.m, con pequeños valles intramontanos.

La altitud, orografía y el de exposición de los vientos alisios producen una gran variabilidad de condiciones edafoclimáticas; presentándose zonas permanentemente húmedas (2 500 y 4 000 mm/año) al sur del país, zonas secas (<500 mm/año y 9 o más meses secos) y situaciones intermedias. Las temperaturas son menos variables por tener un régimen isotérmico influenciado por la altitud (0,6 °C/100 m de elevación) en las áreas bajas superan los 26 °C y en las más altas (cerca de los 5 000 m.s.n.m.) alrededor de 0 °C. Los suelos y la vegetación son muy variables.

Dentro del proyecto Red de Manejo de Suelos de Ladera de PROCIANDINO, para el caso de Venezuela se seleccionó la región del estado Táchira, el cual está dividido políticamente en 28 municipios y 44 parroquias; para implementar el proyecto, el cual ocupa una superficie de 1 110 000 ha de las cuales 70% (710 511 ha) están bajo uso agropecuario; con una población de 944 252 habitantes, entre ellos 12,5 % son rurales (116 469 habitantes) repartidos en 25 797 unidades de producción. Seleccionándose la microcuenca del río San

Parote (10 464,5 ha), ubicada en el municipio Sucre y localmente en la subcuenca del río Pereño; parroquia Queniquea; ocupando una superficie aproximada de 4 400 ha, de relieve pronunciados con alturas entre 1 200 a 3 400 m.s.n.m., donde 33% del área presenta pendientes mayores de 60%, precipitaciones que van desde 1 300 - 3 500 mm (8 meses de invierno y 4 secos, temperaturas de 12 - 18 °C; correspondiendo a zonas de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo y Alto, los cuales se encuentran atravesados por una red hidrográfica que forma parte de las cuencas que surten al acueducto regional del Táchira, el cual suministra 70% del agua a la población de estado. Los suelos son variados, con profundidades que varían entre 20 - 50 cm cuyo uso actual está conformado por bosque (50,64%), pastizales (32,05%), cultivos y áreas urbanos (16,75%); con problemas de erosión y deslizamientos en 0,11%. En relación a la forma de explotación de la tierra se tiene que 29,88% es agrícola (743 ha), 57,39% pecuaria (2150 ha) y 22,79 % mixta (853 ha).

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en realizar un inventario (Diagnóstico) del área bajo estudio con la finalidad de promover la validación, transferencia y adopción de tecnología para el manejo conservacionista de suelos, a través de planes y estrategias de uso conservacionista para contribuir a los procesos de sostenibilidad de la producción en beneficio de los productores y el medio ambiente.

Para la realización del proyecto se cuenta con la participación de diferentes organismos oficiales como: MARNR, CIRCA-UNET y DAINCO-Gobernación fundamentalmente, con la coordinación

del FONAIAP, los cuales aportaron la información básica para hacer posible este trabajo; igualmente colaboraron otros (MAC, Alcaldía, Hidrosuroeste etc.).

### *Aspectos físicos*

**Ubicación.** La microcuenca se encuentra ubicada regionalmente al oeste de Venezuela, en el estado Táchira, geográficamente comprendido entre las coordenadas 7° 21' 25" y 8° 42' 51" de latitud norte y 71° 19' 43" y 72° 27' 26" de longitud oeste. Localmente se encuentra formando parte del municipio Sucre, donde se ubicó el área de estudio en la parroquia Queniquea, sector los Barros, en paisaje de montaña.

**Superficie.** El municipio Sucre abarca aproximadamente unas 15 944,75 ha, de las cuales la microcuenca de San Parote con una superficie de 10 464,5 ha y la zona de estudio ubicada en subcuenca del río Pereño unas 4 000 ha (25,1% del municipio) y localmente el área de estudio alrededor de 250 ha (6,3% de la microcuenca y 1,6% del municipio).

**Relieve.** Característico de cuencas altas y medias, cuya complejidad origina una variabilidad de condiciones edafoclimáticas que se caracteriza por ser pronunciados, variando la pendiente en la mayor parte de la superficie por encima de 15%, concentrándose el mayor porcentaje por encima de 60%.

**Altitud.** Las alturas en el área varían entre los 1600 m.s.n.m. (centro poblado de Queniquea) hasta 3 300 m.s.n.m. en los límites de la zona de páramo; concentrándose el área de estudio entre 2 000 y 2 300 m.s.n.m.

### *Información social y económica*

**Vialidad.** Las vías de acceso a al municipio Sucre y parroquia de Queniquea, partiendo de la ciudad de San Cristóbal estado Táchira, pasando por Cordero y el Zumbador son asfaltadas. Local-

mente a nivel del centros poblados son asfaltadas (15%) el resto son de granzón (18,4%), de tierra (26,6%) y caminos de penetración (38%).

**Servicios públicos.** A nivel de municipio se cuenta con los servicios públicos fundamentales como: electricidad, 78,1% de las unidades de producción lo poseen, acueducto, sólo 69,9% cuentan con este servicio. Localmente, en el sector de Queniquea 27,9% cuenta con luz eléctrica, 21,97% con acueducto y 19,09% con cloacas. También se puede resaltar que en alto porcentaje cuentan con servicio de gas.

**Vivienda.** La mayoría de los productores viven en las unidades de producción (57%), el resto están ubicados en el centro poblado (23,79%), en ciudad (7,9%) y en otras fincas (8,68%). 84% viven en casas en buen estado de conservación, el resto viven en ranchos y casas en malas condiciones.

**Forma de tenencia de la tierra.** Las unidades de producción son propias en 90% de los casos, en algunos casos las tierras son del IAN o ejidos y los parceleros están en condición de ocupantes.

**Organización.** Gran parte de las unidades de producción no pertenecen a ninguna organización (73,25 %), 23,2% está asociado a la Paca Queniquea y el resto a otras.

**Población.** Según información de la Oficina Central de Información (OCI), el último censo realizado en el estado Táchira (1990), el municipio Sucre contaba con una población de 11 546 habitantes de los cuales 51,8% eran hombres y 48,2% mujeres; encontrándose repartidos de la manera siguiente: para región capital de municipio en 7 256 habitantes (51,2% hombres y 48,8% mujeres), parroquia Eleazar López Contreras 559 y parroquia San Pablo 3 731 habitantes. De acuerdo a información de DAINCO (Gobernación) para 1995, la región capital del municipio Sucre contaba con una población de 5 955 habitantes que si la comparamos con la generada por OCI en 1990 (7 256 habitantes) hay una diferencia de 1 321, por lo tanto puede concluir que hubo una emigración

equivalente a 18%. Igualmente se señala que 41,97% son mayores de 26 años y el resto están entre 6 - 25 años (58%).

**Grado de instrucción.** Tenemos que 26,56% no tienen ningún grado de instrucción, 29,9% tienen la primaria incompleta, 12,59% primaria completa y 1,02% secundaria.

**Problemática.** La principal problemática se centra en la parte ambiental, debido a la creciente intervención de las masas boscosas (deforestación y quemadas), asociadas al uso irracional del recurso suelo, trayendo como consecuencia alteraciones del ciclo hidrológico en las cuencas altas y medias del área, afectando notablemente el suministro de agua y la infraestructura física del acueducto regional del Táchira y al desarrollo de la región, por ser una zona de alto uso conflictivo. Igualmente se dan procesos erosivos localizados de carácter grave que sumados al uso incontrolado e irracional del suelo, contaminación de aguas y suelos, provocan una alteración del ambiente y una reducción de la vida útil de las cuencas como productor de agua.

### *Aspectos agroecológicos*

**Clima.** El municipio Sucre se encuentra ubicado en la zona de vida de Bosque Húmedo y muy Húmedo Montano Bajo, caracterizándose por presentar precipitaciones medias anuales entre 1 300 y 3 000 mm, temperaturas entre 12 y 24 °C. Mientras que el área de estudio se localiza en el Húmedo Montano Bajo con precipitaciones media anual de 1 300 mm con período lluvioso de ocho meses (abril - diciembre) y uno seco de cuatro meses (diciembre - mayo) y temperaturas promedio anual de 18 °C.

**Vegetación.** Generalmente predomina bosque siempre verde y montano medio y bajo con cobertura media a rala combinada con uso agropecuario. En la microcuenca se concentran áreas cultivadas con rubros agrícolas, tales como: café, caña de azúcar, hortalizas (zanahoria, apio, ajo, cebo-

lla, etc.), fresa, pastos etc., igualmente existen áreas en rastrojo y bajo bosque poco denso.

**Hidrología.** La red fluvial de la microcuenca está atravesada principalmente por el río Queniquea donde confluyen una gran cantidad de quebradas, siendo las principales: Boral, Venteador, Los Barrancos, La Montaña, La Blanca, Los Barros, cuyas aguas van a desembocar al río Pereño; manteniendo caudales durante todo el año.

**Geología.** En la microcuenca San Parote predominan las formaciones: Iglesia, Colón, Capacho, Palmarito, Sabaneta, La Luna y Mucuchachí. Mientras que el área de estudio se localizan las formaciones: Capacho (Kcp), La Luna (KI) y Colón (Kc).

**Suelos.** Predominan los suelos clasificados según el sistema Soil Taxonomy como grandes grupos: **Udults, Tropepts, Humults y Orthents**, caracterizándose por texturas medias a gruesas, pH ligeramente ácido, mediana a profundos, pedregosidad moderada y erosión moderada y severa; localmente afloramientos rocosos. Por capacidad de uso se ubican en las clases VI y VII por problemas de topografía, suelo y erosión.

**Uso potencial.** En general el área debe ser preservada, debido a su importancia como fuente y reserva hidráulica, por ser un alto productor de agua; en este sentido debe dársele la protección debida a las cuencas. Igualmente debido a la susceptibilidad de los suelos a la erosión, aquellas áreas cuyo uso es agrícola deben ser manejados aplicando medidas conservacionistas que contribuyan a proteger el ecosistema y mejorar el nivel de vida de los productores.

### *Características de las unidades de producción*

**Tamaño de unidades de producción.** En el Cuadro 1 se puede observar el número y frecuencia de las unidades en el municipio Sucre.

En relación a el área de estudio, sector los Barros, la distribución es la siguiente: 65% (0-5 ha), 8% (5-10 ha), 12% (10-15 ha) y 15% (>30 ha).

**Cuadro 1. Unidades de producción y distribución.**

Rango (ha)	No. U.P.	%
5 - 2	331	24,3
2 - 5	514	37,7
5 - 10	224	16,4
10 - 20	177	13,0
20 - 50	83	6,1
50 - 100	26	1,9.ls1
>100	9	0,7
	<b>1 364</b>	<b>100</b>

**Uso actual.** El sector se caracteriza por ser fundamentalmente agropecuario, señalándose que 88% es netamente agrícola y 12% mixto; entre los cultivos predominantes tenemos: café, hortalizas (apio, ajo, cebolla, zanahoria, etc.), caña de azúcar, musáceas, maíz, pastos, frutales etc. De acuerdo con la fotointerpretación, en el Cuadro 2, se presentan el uso de las tierras.

**Tecnología aplicada.** En relación a las prácticas de manejo utilizadas, se puede indicar que en la zona se utilizan pocas medidas conservacionistas de suelo; se usan muchos pesticidas y fertilizantes químicos, así tenemos que 62% de los productores utilizan insecticidas, 54% fungicidas, 73% herbicidas y 65% abonos. Se puede considerar que en la mayor parte de los casos usan una tecnología baja en prácticas mecánicas pero altas en uso de insumos agroquímicos.

**Cuadro 2. Unidades de uso en el sector Los Barros.**

Unidad	ha	%
Uso agrícola intensivo	36,6	14,6
Uso agrícola y pecuario	97,6	39,0
Bosque	40,1	16,0
Uso pecuario	44,5	17,8
Vertientes sin uso	31,5	12,6.ls1
	<b>250,3</b>	<b>100</b>

### *Estrategias para la programación de extensión*

En relación a la asistencia técnica, se pretende establecer medidas de conservación, fomento de cultivos, sustitución de cultivos erosivos, promover la organizaciones de producción y servicio, mejorar y fomentar los huertos familiares, restricción del uso de áreas con pendientes fuertes (>50%). En todas estas decisiones el productor será el autor principal.

### **Información existente**

La información existente de cuencas y subcuencas de la zona bajo estudio:

- Estudio Edafoclimático de toda la cuenca:
  - \* Geología, Geomorfología, Vegetación y uso actual, suelos y capacidad agrológica.
  - \* Análisis climáticos.
- Evaluación de tierras desde el punto de vista Edafoclimático (interpretación para zonificación de diferentes cultivos)
- Censos agropecuarios realizados por CIRCA-UNET y Gobernación del estado Táchira.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### SOBRE AVANCES DE LAS MICROCUENCAS PRESENTACIÓN DE PAÍSES

#### *Ponencias: Bolivia, Colombia, Ecuador*

- Se reitera plena identidad entre los países sobre los efectos de la erosión sobre la productividad agropecuaria.
- Se dispone de avances importantes derivados del desarrollo del proyecto "Uso y Manejo Conservacionista de Suelos". Se presentan estrategias o tecnologías como incorporación de residuos de cosechas (barbechos), cultivos en franjas a través de la pendiente, rotación de cultivos, empleo de barreras vivas, acequias de intersección, lombricultura y otros.
- Se han obtenido resultados relevantes con el proceso metodológico empleado para la caracterización biótica, física, social, económica y tecnológica de las subcuencas seleccionadas para el desarrollo del proyecto: Aplicación del sistema de información edafoclimática. Al respecto y derivado de los estudios se tienen identificados en primera aproximación algunos limitantes que están afectando la eficiencia de los respectivos sistema de producción.

#### *Recomendaciones*

- Priorizar los limitantes y elaborar proyectos de desarrollo tecnológico en forma coordinada e interactuante entre diferentes entidades, a nivel de cada país y entre los países del Grupo Regional Andino.
- Dar mayor participación y énfasis dentro de los proyectos a los estudios sobre metodologías de transferencia de tecnología. Enfatizar en trabajos interdisciplinarios. Diseñar alianzas estratégicas.
- Incorporar a los análisis económicos, además del parámetro producción de cultivos, el valor de las pérdidas de suelos, costos de reposición de los nutrimentos perdidos por los suelos erosionados y en aguas de escorrentía y, costos de obras de recuperación.
- Evaluar métodos que cuantifiquen la pérdida de productividad de la tierra.
- Seleccionar las fincas piloto representativas de las áreas de ladera con problemas de erosión, además de tener en cuenta la homogeneidad en aspectos sociales, culturales y económicos, con miras a facilitar los programas de transferencia de tecnología.
- Reforzar los grupos de trabajo con los componentes social y económico.
- Complementar, en áreas semiáridas de laderas, los proyectos con tecnologías probadas tales como: recolección de aguas lluvias y/o manejo de sistemas de riego de bajo volumen de agua y alta eficiencia.
- Implementar los proyectos con estudios de evaluación y utilización de biofertilizantes (*Rhizobium*, micorrizas, etc.).
- Dar mayor importancia a la participación activa del productor en la selección de alternativas tecnológicas de manejo de suelos de laderas y agua.
- Considerar el estudio e identificación de indicadores de sostenibilidad dentro de los proyectos de manejo de suelos de ladera.
- Realizar un inventario de prácticas sustentables de manejo de suelos.

- Diseñar un sistema de seguimiento y evaluación, y de impacto de la tecnología generada sobre la productividad de las regiones.

### ***Ponencias: Perú, Venezuela***

- Complementar los estudios de la caracterización de las microcuencas.
- Realizar estudios de investigación en aspectos relacionados con la conservación de suelos de ladera.
- Evaluar y hacer seguimiento al impacto del manejo de suelo en la fincas piloto.
- Efectuar el análisis económico de las obras de conservación de suelo que se realizan en cada país.
- Rescatar tecnologías ancestrales andinas, a fin de incorporarlas dentro de las acciones recomendadas por la Red.
- Planificar las estrategias de trabajo con la coparticipación de los campesinos.
- Difundir los resultados del Proyecto y buscar estrategias para una mayor irradiación de las experiencias obtenidas.
- Coordinar con las instituciones comprometidas en el desarrollo rural del ámbito de la microcuenca.
- Determinar los indicadores de sostenibilidad de las prácticas conservacionistas.
- Elaborar propuestas de acción para ser ejecutadas a corto, mediano y largo plazo.
- Proponer acciones inmediatas para solucionar los problemas de degradación de los suelos en ladera.

### ***Identificación de ofertas tecnológicas sobre manejo integrado de suelos y aguas en zonas de ladera***

#### **Bolivia**

- Incorporación de abonos verdes residuales (cosecha de granos en verde) y cuantificación de los nutrimentos que se incorpora.
- Fertilización balanceada de los cultivos con base en los análisis de suelos.
- Manejo integrado de fincas, con planificación participativa de los agricultores.
- Utilización de pastos resistentes a la sequía.
- Utilización de residuos de la poda de árboles leguminosos (hojas).

#### **Colombia**

- Manejo de suelos de ladera mediante cultivo en franjas, combinando cultivos transitorios (hortalizas) semipermanentes y permanentes; con operaciones de labranza mínima y con sistemas agroforestales (árboles leñosos, frutales, acáceas) con cultivos transitorios en callejones.
- Utilización de biofertilizantes (estriércol y gallinaza).
- Cultivos en curvas de nivel y multiestrata (bajo sombra).
- Estabilización de cárcavas (gabiones, cobertura vegetal, entaludes).
- En zonas semiáridas, construcción e impermeabilización de reservorios, desarrollo de sistemas de riego de bajo volumen (goteo, microaspersión).

## **Ecuador**

- Explotación planificada de las cuencas y fincas, con fortalecimiento en la organización de los pobladores; planificación participativa de comunidades y seguimiento y evaluación de las prácticas de manejo de suelos: Mejora de la fertilidad del suelo, prácticas de conservación de suelos, prácticas agrícolas, control biológico, prácticas agroforestales, manejo de agua.
- Prácticas de mejoramiento de la fertilidad, tales como: producción de abonos orgánicos, compost en fosas, reciclaje de basura para producir humus, producción de humus de lombriz, estiércol y purines.
- Prácticas de conservación de suelos: zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta, surcos en contorno permanentes, labranza reducida, uso de barreras vivas, cultivo en franjas (asociación de cultivos).
- Prácticas agrícolas: rotación de cultivos, control integrado de plagas y enfermedades, trampa para el control del gusano blanco de la papa, fertilización balanceada de nutrimentos con base en los análisis de suelos y plantas.
- Prácticas de captación de sedimentos en la cuenca del río Guayas (CDG), con varias especies de bambú.

## **Perú**

- Conocimiento del hombre andino: predicción del clima a través de fitoindicadores, zooindicadores y predicciones astrales.
- Utilización de abonos orgánicos: abonos verdes (chocho) incorporados, estiércol y humus de lombriz.
- Control biológico de plagas utilizando biocidas naturales (saponina de la quínoa, muña, vacuno virus, bauberia).

- Siembra contracción animal en pendientes fuertes de cultivos andinos: oca, melloco, quínoa, amaranto (kiwicha) que tienen mercado internacional.

## **Venezuela**

### **Ministerio del Ambiente**

- Desarrollo de infraestructura social conservacionista: selección de líderes y comité conservacionista que eligen los productores, y el Estado les ofrece mejoras de la finca.
- Inserción del componente ambiental en las escuelas rurales (ciencias de la tierra en el pensum de estudios).
- Incremento de fuentes de energía, tales como bosques energéticos para leña y establecimiento de biodigestores para uso doméstico.
- Metodología para levantamiento de suelos en la zona andina (parte alta de la cuenca). Sistematización de información edafoclimática (SI-RENA) con su manual de operaciones.

### **FONAIAP**

- Recomendaciones de fertilización con base en análisis químicos de los suelos debidamente calibrados.
- Rotación de cultivos semiperenes (caña de azúcar con hortalizas).
- Corrección de balances nutricionales por excesiva fertilización con P y K. Sólo se recomienda sulfato de amonio y encalado de los suelos ácidos.
- Organización y planificación participativa de la Asociación de Agricultores de Táchira para ayudarles a producir y comercializar (granjas integrales).

- Reforzar las acciones de capacitación y extensión agrícola.

### **Conclusiones sistema SIRENA**

**País: Perú**

#### **Estado del avance del diagnóstico edafoclimático de la microcuenca Vinchos**

En cuanto a la información obtenida, se tiene lo referente a: clima y cultivos. Falta el componente SUELO, cual se viene trabajando con la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga-Ayacucho, para el análisis de suelo.

La sistematización la viene realizando la Sede Central del INIA - LIMA/PERÚ en donde está instalado el paquete y se ha capacitado a los técnicos.

De acuerdo a coordinación con el Ing. Justino Velásquez se ha introducido al paquete los datos sobre clima.

Se viene realizando además, coordinaciones inter-institucionales con otras instituciones, dentro del Perú, que han venido recopilando información para ser aprovechada para la caracterización de la microcuenca, y de igual manera para incorporar profesionales dentro del equipo que viene trabajando para el fortalecimiento de la ejecución del Proyecto.

**País: Ecuador**

Respecto a este subproyecto, se realizó el Seminario Nacional "Adopción de ajustes e implementación del Sistema de Información Edafoclimática". Éste tuvo lugar en la Estación Experimental Santa Catalina del 16-18 de septiembre.

En dicho Seminario se dio adiestramiento a 14 técnicos de las diferentes instituciones: INFOESPACIO, INAMHI, UTEQ, DINAREN, MAG

e INIAP. De igual manera se instaló el software en dos computadores del Departamento Nacional de manejo de Suelos y Aguas del INIAP.

Se han realizado algunos contactos institucionales, analizando la conveniencia de fijar la sede del Sistema. Se decidió que ésta se ubicará en la Estación Santa Catalina, para lo cual el INIAP prestaría las facilidades logísticas.

En el mes de noviembre/96 se recibió el computador que se había solicitado a PROCINDINO. En este equipo se cargarán los programas del Sistema y se comenzará a la alimentación de la Base de Datos. Para el efecto de realizarán cartas de entendimiento entre el INIAP, PROCINDINO y las otras instituciones involucradas en la REDAMACS.

**País: Bolivia**

#### **Avances en el área piloto "Manejo integral de los suelos de la microcuenca del río Sella"**

- **Diagnóstico:** Se concluyó la encuesta y el análisis de la información. Se dispone de un informe del diagnóstico para su publicación.
- **Análisis de la información Edafoclimática:**
  - \* Se dispone de información de clima
  - \* Se está trabajando en la obtención de información de suelos.
- **Selección de fincas piloto:** Se seleccionaron ocho "fincas piloto", dos por cada unidad homogénea. En las fincas piloto se está realizando:
  - \* Caracterización de suelos
  - \* Mapas de fertilidad
  - \* Prácticas conservacionistas:
    - \*\* Uso de rastrojos
    - \*\* Remediación de suelos sódicos
    - \*\* Zanjas de infiltración con uso de pasturas
    - \*\* Manejo de las áreas de pastizales.

**País: Venezuela**

**Información existente sobre la cuenca del río Pereño. Proyecto "REDAMACS"**

- Información básica  
ESC. 1 : 50 000
  - \* Geología
  - \* Geomorfología
  - \* Pendiente
  - \* Uso actual y vegetación
  - \* Isoyetas e isotermas
  - \* Zonas de vida
  - \* ABRAE (Áreas Bajo Régimen de Administración Especial)
  - \* Suelos (nivel preliminar)
  - \* Zonificación para el cultivo de Café
  - \* Análisis de variables climáticas
  - \* Censo Agropecuario de 1990 realizado por la Oficina Central de Información (OCI)
  - \* Censo Agropecuario de la Cuenca del Río Pereño, realizado por SIRCA-UNET 1996
  - \* Catastro
  - \* Evaluación de riesgos de erosión actual y potencial, utilizando el método SEAS (Sistema de Evaluación Automatizado de Suelos), del Proyecto SITVEN - SIRENA
- Toda la información Edafoclimática existente (Geológica, Geomorfológica, Edáfica, Climática y de Cultivos), se encuentra cargada en la Base de Datos del SITVEN.
- De la Información del Censo, se realizó un análisis estadístico para tipificar los grandes grupos de Unidades de Producción, a través del Programa "CSTAT".
- Se están conformando los equipos interdisciplinarios e interinstitucionales para trabajar en el Proyecto Nacional. Los Organismos participantes son: FONAIAP, Ministerio del Ambiente, Universidad Experimental del Táchira, Ministerio de agricultura y Cría, Gobernación, Alcaldías, FUNDACITE, HIDROSUROESTE, CUS, Instituto Nacional de Parques, CONARE y otros.

**País: Colombia**

**Actividades realizadas alrededor de SIRENA**

- **CAPACITACIÓN:** En la ciudad de Santafé de Bogotá, se realizó un taller (septiembre, 1996) para mostrar las aplicaciones que ofrece el programa SIRENA, al cual asistieron funcionarios de cuatro instituciones nacionales.
- **DEMOSTRACIÓN:** A solicitud del Ministerio de Agricultura se realizó una demostración de las aplicaciones de SIRENA.

Por otro lado, se ha iniciado el proceso de almacenamiento de la información de los análisis de suelos que realiza CORPOICA en sus laboratorios. Próximamente, una vez que se instale el Programa en Bucaramanga, se iniciará el almacenamiento de la información de suelos y de clima de la subcuenca del río Salamağa.

***Recomendaciones sobre acciones conjuntas***

- Fortalecimiento de redes nacionales y regionales
- Buscar los recursos II ETAPA del BID, dando continuidad a los proyectos
- Sistematizar el Inventario de Recursos Naturales: suelo y agua, y terminar la implementación de SIRENA
- Formular proyectos nacionales/binacionales (crear un banco de proyectos)
- Identificar donantes nacionales/internacionales
- Sistematización de métodos o prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas.
- Identificar temáticas de trabajo (proyectos)
- Adiestramiento a capacitadores



- Fortalecer Sistemas de Transferencia de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas
- Actualizar e implantar en forma unificada metodologías de análisis de suelos en toda la región Andina.
- Uso sostenible y alternativo del bosque y vegetación Andina, con énfasis a la protección del área de recarga acuífera y a controlar la calidad del agua.
- Desarrollo de fincas integrales en laderas ubicadas sobre los 3 000 m.s.n.m: acciones de manejo en la Cuenca Alta del río Pastaza.

## **SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES PARA EL DESARROLLO DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE SIRENA**

**Ing. Peter Steegmayer y TSU. Jesús Reina**  
*Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables*  
*Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas*  
*Caracas, Venezuela*

### ***Resumen***

*Sistema computarizado de ambiente modular que permite capturar, almacenar, procesar y desplegar datos e información de naturaleza geográfica, desde sus fuentes originales (estudios de suelo, clima, cultivos, otros), en los países del grupo PROCIANDINO. La información desplegada, puede tener un valor agregado en relación a la información primaria debido a la capacidad de análisis, modelaje e integración que ofrece el sistema. Versión ampliada del Sistema de Información de Tierras de Venezuela (MARNR), obtenido mediante convenio establecido entre el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) de Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola IICA/PROCIANDINO.*

### ***Sistemas de Información Edafoclimático***

#### **Antecedentes**

El Sistema "Edafoclimático surge como una necesidad por parte de los investigadores (INIAs) del grupo PROCIANDINO, quienes requieren conocer el entorno agroecológico de sus áreas de investiga-

ción, tienen necesidad de extrapolar los resultados y transferir tecnologías, para garantizar de alguna forma la sustentabilidad y el uso racional de los recursos.

A través de talleres de trabajo realizados en Quito, Ecuador y Maracay, Venezuela, se decide desarrollar y/o adoptar un sistema de esta naturaleza,

que permita inicialmente el acceso y la manipulación de la información de "suelos, clima y cultivos" en forma integrada, transparente y sencilla.

Se establecen contactos con el Proyecto SITVEN del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (SITVEN-MARNR), el cual dispone de un sistema de esta naturaleza; igualmente, se decide realizar un "Convenio" para el uso, la introducción de mejoras y la ampliación del sistema. La coordinación y el desarrollo estuvo a cargo del Ing. Agr. MS. Peter Steegmayer, del TSU. Informática Jesús Reina y del Técnico Programador Paul Young.

### **Definición del Sistema**

Sistema computarizado de ambiente modular que permite capturar, almacenar, procesar y desplegar datos e información de naturaleza geográfica, generada desde sus fuentes originales (estudios de suelos, clima, cultivos, otros), en cada uno de los países del grupo PROCIANDINO. La información desplegada puede tener un valor agregado en relación a la información primaria, debido a la capacidad de análisis, modelaje e integración que ofrece el sistema.

### **Misión**

Satisfacer las demandas de información técnica oportuna y confiable sobre las relaciones "suelo, clima, cultivos", ofrecer instrumentos que permitan tomar decisiones en el sector "Agropecuario, Forestal, Ambiental, Ingeniería Agropecuaria" con el fin de promover la transferencia de tecnología, la sustentabilidad, el uso racional y resguardado de los recursos naturales.

### **Objetivos**

Entre los objetivos del sistema están: desarrollar y adoptar procedimientos para la recolección e integración de la data e información del recurso suelo, clima, cultivos, otros.

Desarrollar y actualizar mecanismos de integración e interpretación de los datos e información.

Apoyar a las instituciones responsables de la investigación, planificación, en el desarrollo del recurso tierra o de protección ambiental.

### **Alcances**

Resguardar y mantener los datos y la información sobre el recurso suelo, clima, cultivos y de modelos generados en cada país, como el de su utilización oportuna, en forma puntual y/o espacial a nivel de investigadores, planificadores y usuarios que de una u otra forma están involucrados con el desarrollo agropecuario y/o ambiental en cada país.

Establecer la "Sociedad de Usuarios" del Sistema Edafoclimático entre los países del grupo PROCIANDINO (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) para garantizar su adecuado mantenimiento, el desarrollo de nuevos modelos, nuevos módulos y mejoras futuras del mismo.

### **Modelo Conceptual**

La conceptualización del sistema se asemeja a la adoptada por el "Sistema de Información de Tierras de Venezuela" de carácter "Modular", donde cada módulo constituye un subsistema por si solo. Para el usuario común, los módulos están integrados en forma transparente, cada módulo es capaz de almacenar la data e información del recurso en consideración (suelo, clima, cultivos), y ofrecer alternativas de consulta, análisis y presentación de resultados.

El sistema está conformado por los módulos de Suelo, Clima, Cultivos y Aplicaciones, queda a elección del usuario corporativo adoptar o no un Módulo de naturaleza Geográfica (SIG) y desarrollar los mecanismos de transferencia de datos hacia el mismo, garantizando así la integración definitiva y transparente entre el sistema de naturaleza puntual y el geográfico adoptado.

En el desarrollo de los programas, se han utilizado lenguajes Clíper, Graphic, Clíper C y dbase como base de datos. Los croquis (mapas) utilizados en

el sistema fueron y/o pueden ser confeccionados en ambientes externos en formato dxf, transformados a formatos raster mediante el uso del Idrisi (GIS), y herramientas propias del sistema, que permiten tener organizados además de la base de datos puntual, una base de datos de naturaleza espacial (croquis de mapas temáticos).

Para el desarrollo de la presente versión SITVEN-SIEC), se utilizó la plataforma del Sistema de Información de Tierras de Venezuela (SITVEN-MARNR), previo convenio establecido con el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola IICA/PROCIANDINO.

La versión (SITVEN-MARNR) fue mejorada y sobre todo ampliada a nivel de su base de datos, módulos, en sus capacidades de análisis, de acuerdo a especificaciones presentadas en documento, **CONVENIO ATN-4830-RG.IICA/BID**, aprobado por IICA/BID. Así se anexó un submódulo

de Fertilidad al módulo de suelos, se mejoró la consulta Meteorológica e Hidrológica, se desarrollo el módulo de Cultivos, otros, obteniéndose finalmente la presente versión.

Conceptualmente el sistema está conformado por cuatro módulos principales (Suelos, Clima, Cultivos y Aplicaciones) (Figura 1) y se recomienda la conexión de éstos con un módulo geográfico (GIS) el cual queda a libre elección de usuario corporativo. Cada uno de los módulos funciona como un sistema individual, en un ambiente común, se garantiza y facilita la integración transparente de los datos para las simulaciones/modelaje, o simple análisis de la información.

En el futuro próximo cercano, en la medida en que se logre ingresar al sistema, la data e información básica de los recursos "Suelo, Clima, Cultivos", surgirán nuevas necesidades a nivel de módulos, aplicaciones, etc., desarrollados que podrían cristalizar mediante esfuerzos conjuntos de la *Sociedad de Usuarios*.

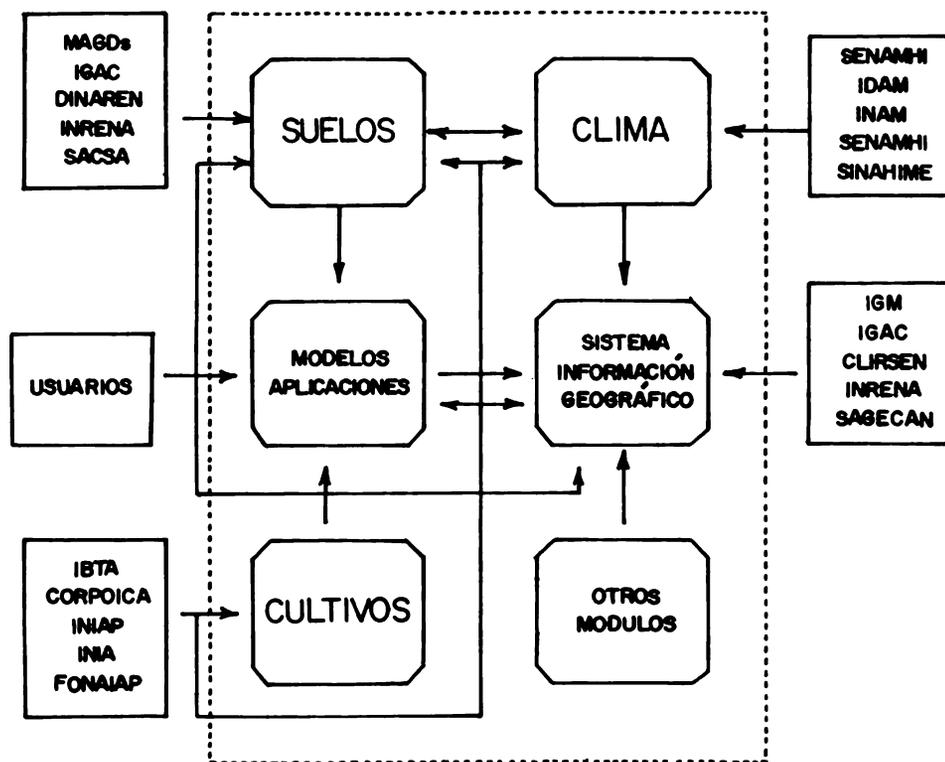


Figura 1. Modelo conceptual del Sistema de Información Edafoclimática

## Módulo de Suelos

El "Módulo de Suelos" constituye uno de los módulos fundamentales del sistema, por si solo, conforma un Subsistema (Sistema de Información de Suelos), a través del mismo se podrá ingresar, editar, manipular, acceder y recuperar toda la data e información original y puntual generada sobre el recurso suelo de cada país, o aquella información (suelo) de interés particular de cada INIA.

Objetivos: organizar la data e información de suelos de un país, permitir su manipulación y su integración hacia otros módulos del sistema /Aplicaciones/GIS), donde la misma se interpreta, analiza y se utiliza en diversas simulaciones relacionadas con la planificación de la tierra y el uso racional de los recursos naturales.

## Modelo Conceptual

El "Módulo de Suelos" está conformado por un grupo de submódulos, mediante los cuales se lleva a cabo una serie de "Procesos" que debidamente organizados y relacionados permitirán el ingreso, la manipulación, el análisis de la data e información de suelos, las respectivas consultas, la generación de reportes como la obtención de valores agregados de la información, a través de cada "Proceso" se genera un flujo de datos e información que debe ser debidamente archivada.

Los procesos identificados para el Módulo de Suelos se presentan a manera ilustrativa en la Figura 2, cada proceso en particular es detallado en el capítulo respectivo del Manual del Usuario del Sistema.

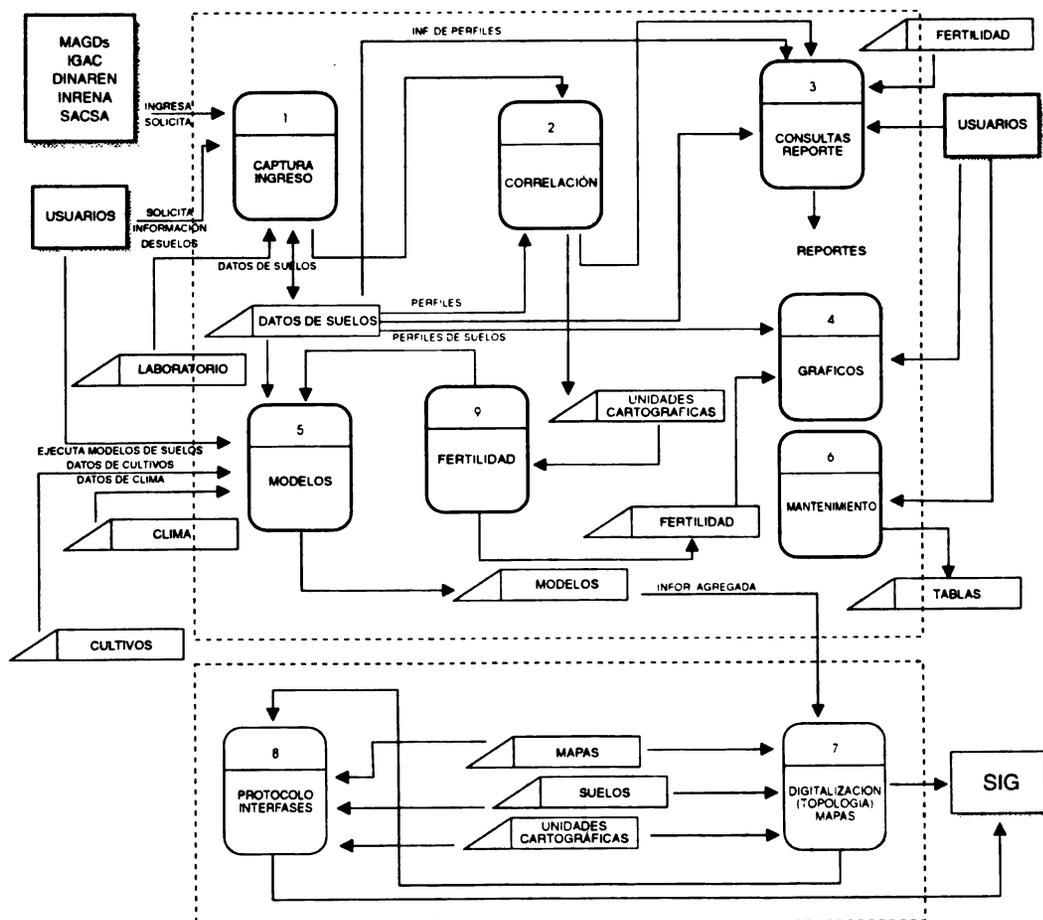


Figura 2. Modelo conceptual "Módulo de Suelos"

## Módulo de Clima

El "Módulo de Clima y Aguas" constituye otro de los módulos fundamentales del Sistema Edafoclimático, puede considerarse como un subsistema parcial de clima y aguas, mediante el cual el usuario tendrá oportunidad de ingresar aquellos datos meteorológicos e hidrológicos relevantes y necesarios para ser utilizados en modelos y aplicaciones relacionados con la zonificación de cultivos, evaluación de tierras, diseño de ingeniería, o simplemente proceder a la consulta de los datos.

**Objetivos:** organizar la data e información meteorológica, su manipulación, acceso, consultas y garantizar su aplicación en otros módulos (Aplicaciones/SIG).

Uno de las grandes diferencias del módulo de Clima con respecto al de suelo, es que la información de clima y aguas se captura directamente a través de los organismos responsables del manejo y de

la administración de las estaciones meteorológicas e hidrológicas (SINAHIME, SENAMHI, etc.), de manera que la data e información en la mayoría de los casos ya se encuentra organizada, sólo requiere ser capturada y transferida al Sistema Edafoclimático.

### Modelo Conceptual

El módulo de clima estará conformado por una serie de submódulos, mediante los cuales se garantiza la disponibilidad, el manejo, la consulta y la generación de nuevos datos, que debidamente organizados y archivados constituyen el sistema de información de clima.

Los procesos identificados para el Módulo de Clima se presentan a manera ilustrativa en la Figura 3, cada proceso en particular es detallado en el respectivo capítulo de Clima del Manual de Usuario.

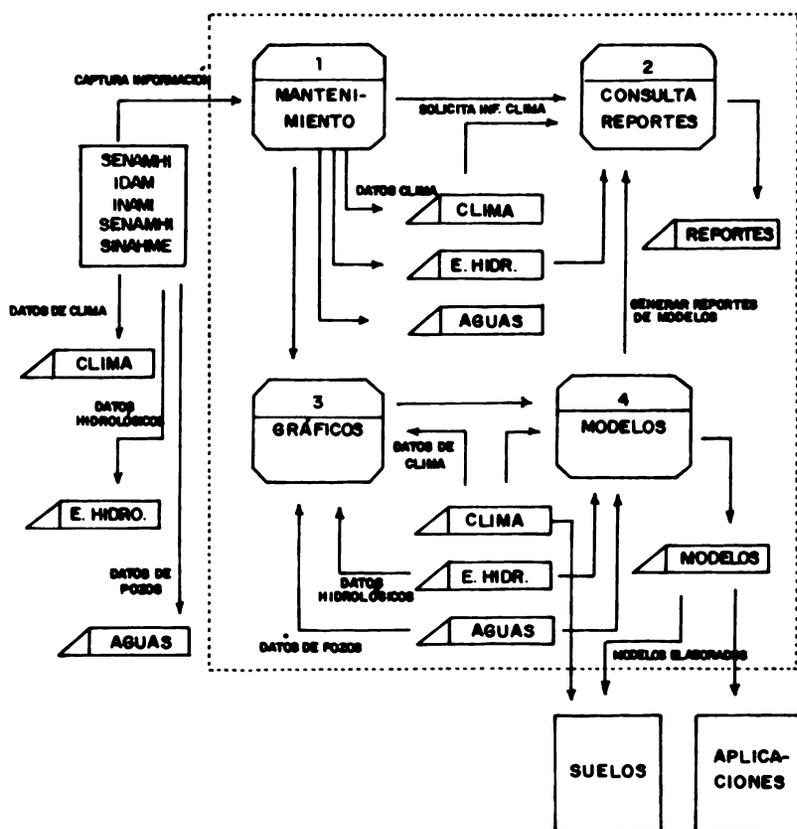


Figura 3. Modelo conceptual "Módulo de Clima"

## *Módulo de Cultivos*

Constituye otro de los módulos fundamentales para el Sistema Edafoclimático, mediante el mismo podrá ingresar, organizar y manipular los datos e información relacionados con las características y requerimientos agroecológicos de mayor relevancia para las principales especies, cultivares, cultivadas, existentes o no en el país.

La información y los datos sobre cultivos, requerimientos agroecológicos, generalmente están en poder de los investigadores (INIAs), estos datos deben ser capturados, organizados e ingresados al sistema, los mismos son fundamentales para definir los tipos de utilización de las tierras y para llevar a cabo las evaluaciones con diferentes fines, zonificación, adaptabilidad, determinación de limitantes, etc.

Generalmente la información de requerimientos para un determinado cultivo es vaga, especialmente la que se refiere a condiciones edáficas. Las razón radica en que el especialista en cultivos y de suelos hablan idiomas diferentes; por ejemplo, para un determinado cultivo, el suelo según el especialista debe ser **fértil**, para el especialista en suelos y para los efectos del sistema un suelo **fértil** implica determinada condición de pH, CIC, saturación de bases, nivel de nutrimentos, etc., de manera que, el disponer en un mismo sistema ambos módulos facilitaría las comunicaciones entre los especialistas y las definiciones de los "Requerimientos" en términos más científicos, más medibles, razón por la cual se justifica plenamente la inclusión de una base de datos de "Cultivos" en el sistema.

Entre los objetivos y Alcances de este módulo pueden mencionarse los siguientes:

Disponer de datos e información sobre las características y requerimientos agroecológicos de los cultivos y/o cultivares más importantes que se siembran en un determinado país, y proveer información para los procesos de evaluación de tierras, interpretación de resultados experimentales, asistencia técnica y transferencia de tecnologías.

## **Modelo conceptual**

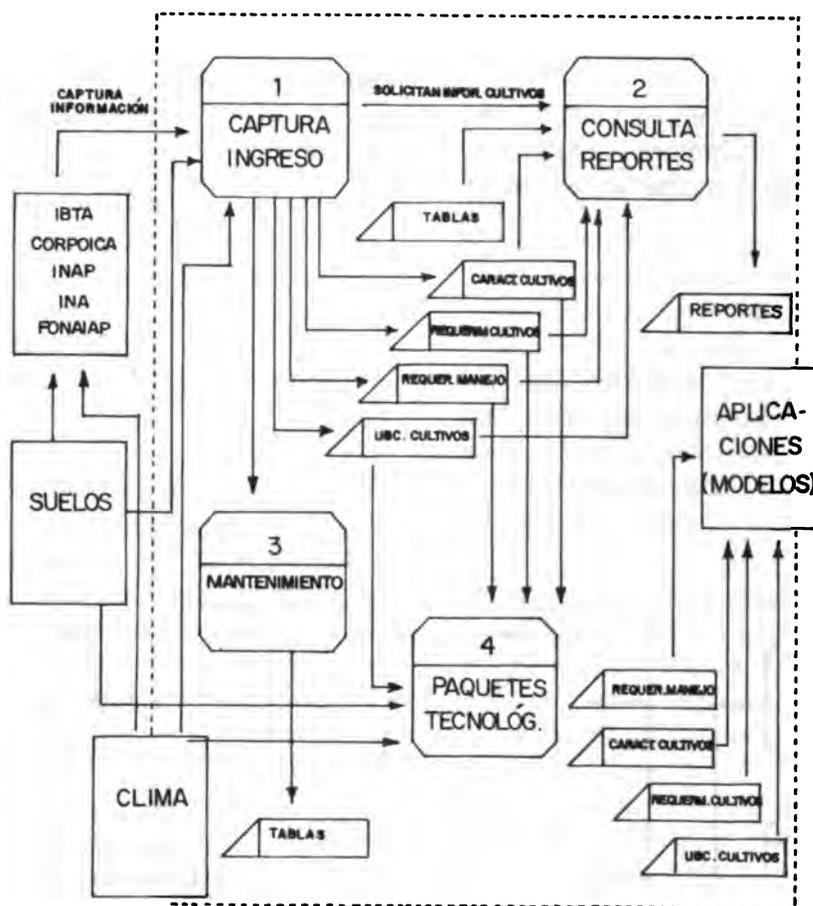
El módulo de Cultivos está conformado por un grupo de submódulos, mediante los cuales se garantiza al científico la posibilidad de ingresar la información que genera a través de ensayos e investigaciones relacionados con la introducción y adaptación de cultivos a determinadas condiciones edafoclimáticas, se garantizará igualmente al usuario común, la consulta y el uso de esa información para la ejecución de modelos de zonificación, evaluación de tierras, etc.,

Como procesos relevantes para el módulo en su etapa inicial puede reconocerse el Ingreso, la generación de Consultas/Reportes y el Mantenimiento de la Información, en una etapa posterior debe pensarse en el desarrollo de un submódulo que permita el diseño de "Paquetes Tecnológicos" para facilitar y asegurar su distribución a través del sistema. Los principales procesos del módulo se ilustran en la Figura 4.

## *Módulo de Aplicaciones*

Módulo mediante el cual usuarios comunes, con conocimientos generales de suelos, cultivos, clima, geografía, etc., pueden llevar a cabo una serie de procesos evaluativos, de interpretación y/o análisis generales simples y/o múltiples, con la información disponible en los módulos de suelo, clima cultivos, etc. Si el usuario es un experto en la materia, tiene la oportunidad de ingresar parte de su conocimiento a nivel de Tablas/árboles) "Decisorias y/o de inferencia" y utilizar estos criterios inmediatamente en los procesos de evaluación. Los modelos desarrollados y/o adaptados en los diferentes módulos del sistema, se integran en el módulo de "Aplicaciones" desde donde se le permite al usuario común ejecutar los mismos (Figura 5).

Como desarrollos más relevantes en el "Módulo Aplicaciones" pueden mencionarse el Sistema de Evaluación Automatizada de Suelos (SEAS), el Sistema de Balance Hídrico (SCBH), según lineamientos de la FAO, La Ecuación Universal de



**Figura 4. Modelo conceptual "Módulo de Cultivos"**

Pérdidas de Suelo (USLE). Estos sistemas fueron desarrollados a través del proyecto SITVEN, existen otra serie de modelos simplemente disponibles y ejecutables a través de un menú organizado, donde el usuario selecciona e interactúa en la forma tradicional con el modelo (Ales, Fertilidad, Encalado acid-3B), otro tipo de modelo están parcialmente adaptados, ejemplo el Surfer, un protocolo permite seleccionar los parámetros del módulo de suelos y transferir los mismos desde un estudio al modelo, de allí en adelante el usuario utiliza éste en la forma tradicional.

Como se mencionó, a través del SEAS, el usuario o experto puede ingresar los conocimientos o criterios de evaluación (requerimientos de cultivos,

ingenieriles, etc.) en tablas decisorias o de inferencia y ejecutar evaluaciones a nivel de las unidades cartográficas en forma transparente y sencilla. El principio aplicado en el modelo corresponde al establecido en el Manual de Levantamiento de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, o los procedimientos de evaluación de tierras de la FAO, donde fundamentalmente se llevan a cabo comparaciones de los "Requerimientos" establecidos por los especialistas para un determinado uso, contra las cualidades y/o parámetros de las unidades cartográficas, las interpretaciones pueden ser con fines de zonificación agropecuaria, forestales, ambientales, ingenieriles, etc. Los resultados obtenidos pueden ser registrados en formatos

ascii para luego ser transferidos a los sistemas geográficos y ser utilizados en otro tipo de modelos

Esta herramienta sencilla y compleja a la vez es de enorme utilidad para el agrólogo, el extensionista, el investigador, por el momento, es capaz

de manipular los parámetros del módulo de suelos, clima, y los resultados del balance hídrico, inferir propiedades, etc., en un futuro próximo se tiene previsto incluir parámetros de naturaleza social y económica.

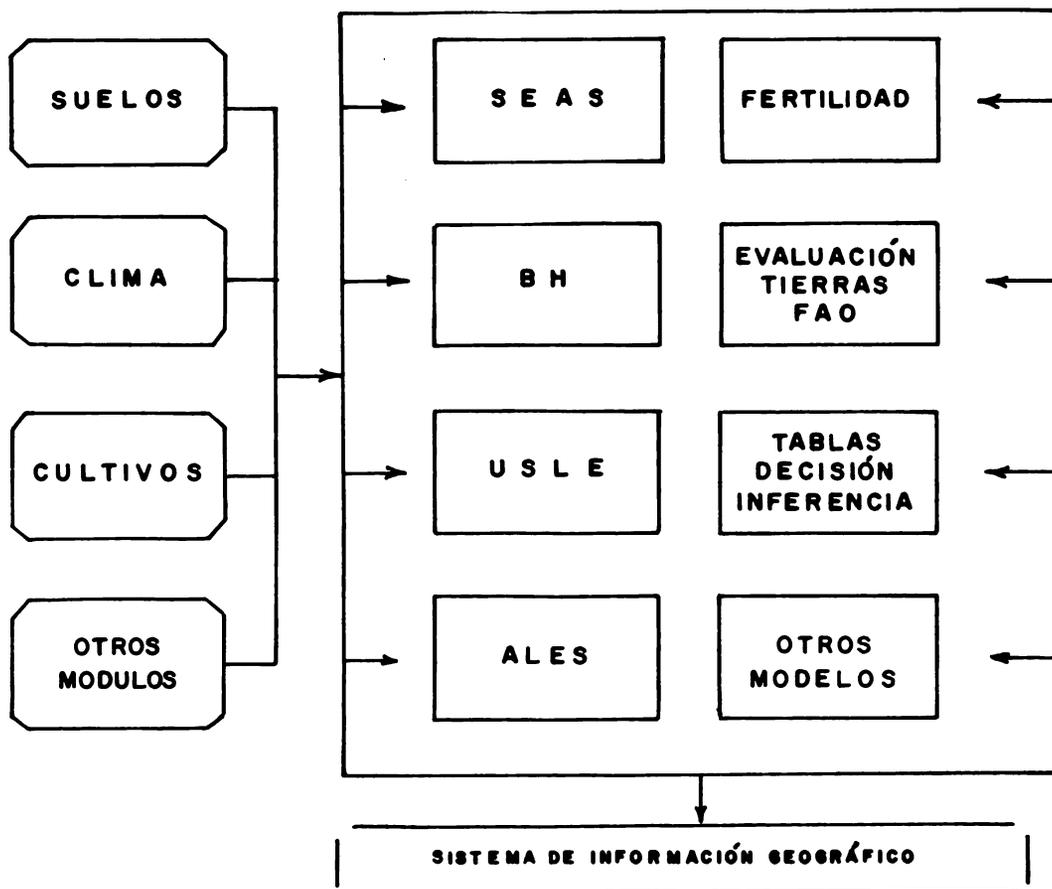


Figura 5. Modelo conceptual "Módulo de Aplicaciones"

## **Módulo Geográfico**

En cuanto al Módulo Geográfico de refiere, se recomienda que cada uno de los países trate en lo posible de seleccionar su propio Sistema de Información Geográfico y a través de procesos de transferencia migrar los datos específicos requeridos en un momento determinado al SIG para someter éstos a los procesos de "Análisis Espaciales, Estadísticos", integrar la data Física (Edafoclimática con data de naturaleza socioeconómica, de infraestructura, etc.

Independientemente del sistema geográfico a ser adoptado, el sistema "Edafoclimático" ofrece la posibilidad de disponer de una base de datos constituida exclusivamente por "Mapas" formatos "Raster y vectoriales" inicialmente en escalas pequeñas, como los mapas de la división política territorial, la cartografía de suelos, unidades agroecológicas, a escalas 1:250 000, etc., mediante los cuales el usuario tendrá la posibilidad de llevar a cabo representaciones espaciales de parámetros ingresados y/o generados en el sistema, aspecto de gran relevancia para la toma de decisiones.

Los mapas sujetos a estos procesos deben obtenerse en formatos dxf, mediante el uso del Idrisi, se transforman a vectoriales y a través de procesos internos del sistema a un formato "Raster" que utiliza para representar aquellos parámetros de interés para el usuario (Unidades cartográficas, de suelos, estaciones climáticas, perfiles de suelos, resultados de evaluaciones, etc.).

## **Otros Módulos**

En el "Menú Principal del Sistema" se presenta otra serie de opciones en cuanto a módulos se refiere (TUT, Catastro, Cobertura, otros), ninguno de los mencionados está funcionando en esta versión, existen para los mismos versiones preliminares de especificaciones funcionales y requieren ser desarrollados.

## **Usuarios**

Los usuarios potenciales del sistema en primer término son los organismos generadores de la data e información, fundamentalmente aquéllos cuya responsabilidad es la de inventariar/obtener la información de suelos y los cultivos, entre los mismos se destacan organizaciones/servicios como el SACSCH, FONAIAP (Venezuela), IGAC, CORPOICA (Colombia), MAGD's, IBTA (Bolivia), INRENA, INIA (Perú) y DINAREN, INIAP (Ecuador), los primeros generadores de información de suelos, los segundos las instituciones responsables de la investigación agropecuaria y la transferencia tecnológica.

En cuanto a la información climática, la misma puede obtenerse a través de las organizaciones (SINAHIME, SENAMH, IDAM, INAMI y SENAMH), establecidas en cada uno de los países, mediante procesos de transferencia y/o de transcripción, finalmente la cartografía básica (planimetría, altimetría) podrán obtenerse en las respectivas instituciones cartográficas (SAGECAN, IGAC, IGM, CLIRSEN y INRENA.

## **Sociedad de Usuarios**

Constituye uno de los objetivos del Instituto Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas y específicamente de su Dirección de Suelos (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables), conformar en el tiempo una *Sociedad de Usuarios del Sistema de Información Edafoclimático*.

Esta Sociedad puede definirse como *El Grupo de organizaciones* que realmente decidan utilizar el sistema que toma decisiones apoyadas en el manejo de la información básica, que en un futuro cercano participen en el mantenimiento, en la generación/construcción e intercambio de Modelos, que garanticen la permanencia y mejoras del Sistema de Información Edafoclimático.

Un sistema, cualquiera sea su naturaleza, si carece de un "Mantenimiento" adecuado y eficiente está condenado a desaparecer. Un Sistema debe ser mejorado, ampliado en sus capacidades de análisis, crecer en modalidades, debe ser cada vez más poderoso, más rápido y satisfacer nuevos requerimientos, estar al día con el avance tecnológico.

El mantenimiento, la construcción/adaptación de nuevos modelos, requiere de la dedicación de un mínimo de personal a las tareas mencionadas, personal de informática, de programación, y expertos en los diferentes tópicos que se manejan a través del sistema, requiere de un mínimo de organización. Garantizar y realizar un mantenimiento adecuado y eficiente, requiere de ciertas inversiones, de lo contrario, el sistema permanecerá en un determinado nivel de desarrollo y posiblemente en el tiempo podrá volverse obsoleto.

Por la razones expuestas, se propone la creación de la *Sociedad de Usuarios del Sistema de Información Edafoclimático*, la cual garantice el **mantenimiento y mejoras futuras del Sistema**, a través de un mínima organización.

**Funciones:** entre otras, las siguientes:

- Conformar el grupo de responsables para manejo del sistema.
- Velar por el adecuado funcionamiento del sistema.
- Canalizar la inquietudes de los usuarios, en mejoras del sistema.
- Garantizar una organización mínima para el desarrollo de mejoras y nuevas necesidades.

**Compromisos**

- Obtener los recursos económicos que garanticen el funcionamiento de la Sociedad.
- Lograr los recursos para garantizar el mantenimiento, mejoras y ampliaciones del sistema. Establecer las cuotas de participación.
- Conformar un Comité Nacional e Internacional a través de una de las redes establecidas.

### *Uso de la herramienta*

El uso de la herramienta estará limitado hacia las instituciones de investigación y generación de la información, que conformen la *Sociedad de Usuarios*, la Dirección de Suelos del Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Aguas del MARNR (Venezuela) suministrará las respectivas licencias de uso.

El grupo de usuarios puede ser ampliado hacia aquellas instituciones oficiales o privadas involucradas con la planificación y manejo de áreas extensas (empresas hidráulicas, universidades, proyectos especiales de conservación de cuencas hidrográficas, etc.), organismos que utilizan "Sistemas Geográficos", que requieren información más detallada sobre los recursos (suelo, clima, aguas, cultivos, etc.) para la toma de decisiones más acertadas y en beneficio del desarrollo de cada país, en el mejoramiento de las condiciones ambientales, calidad de vida y otras.

Es deseable y factible que estas organizaciones se conviertan en usuarios potenciales del Sistema Edafoclimático, que cada organismo generador de la **Información Básica** suministre ésta a través del Sistema y establezca sus propios acuerdos en el uso de la información, y que la organización a su vez participe en el mantenimiento del Sistema Edafoclimático con una cuota anual, convenida previamente.

### *Referencias*

USDA. 1994 Manual de Levantamientos de Suelos.

USDA. 1994 Soil Taxonomy.

MARNR. Dirección de Suelos Normas y Especificaciones para los Estudios de Suelos, Levantamientos disponibles en Biblioteca 1940-1996

SITVEN, Especificaciones funcionales, 1990.

FONAIAP. Comunicaciones verbales.

# AGROFORESTERÍA UNA ALTERNATIVA PARA DESARROLLO SOSTENIBLE EN SUELOS DE LADERA DE LA ZONA ANDINA DE ECUADOR

Jefferson Galarza Rosales  
Ing. E. E. Santa Catalina. INIAP - Ecuador

## Introducción

Ecuador, al igual que los países de la Región Andina, posee una gran parte de su territorio dentro de la zona conocida como "Sierra". A esta zona corresponde 24% del territorio nacional, con aproximadamente 67 000 km<sup>2</sup>. Es una de las zonas más densamente pobladas y más empobrecidas del país. Aproximadamente, 46% de la población nacional, es decir unos 4,5 millones de habitantes, se encuentra asentado en esta región; área en la cual la desnutrición afecta 40% de la población. Por esto es la zona de mayor intervención y presión de los recursos naturales.

Una de las características sobresalientes de la Sierra de Ecuador es el **uso inadecuado de los recursos naturales**: suelo (erosión activa a muy activa, generalizada en muchos lugares), agua, y en especial el recurso forestal, que ha sido **desforestado** en forma indiscriminada. Esto, sumado a los efectos negativos del clima (lluvias torrenciales, heladas, granizadas y vientos) hacen que la agricultura de esta región esté cada vez más deprimida y sea de alto riesgo.

Las consecuencias de estas alteraciones son bien conocidas: baja productividad, disminución en la oferta de alimentos por área y materias primas, degradación del suelo (pérdida sustancial de la fertilidad) y de la vegetación (pérdida acelerada de los recursos genéticos), emigración continua dentro del país y hacia los centros urbanos, concentración de tierras, etc. Estos problemas representan una amenaza para el bienestar de las poblaciones de la región y no permitirán la conservación del patrimonio natural para beneficio de las futuras generaciones sino se introducen nuevos

patrones de desarrollo sostenible que permitan alcanzar un equilibrio estable entre las necesidades de los agricultores y los recursos naturales.

Desde hace varios años, en Ecuador se han llevado a cabo programas de reforestación, los cuales no han alcanzado el éxito esperado, especialmente a nivel de los agricultores de subsistencia, por la escasez de tierra (25% de las familias rurales carecen de tierras donde trabajar), y resistencia por parte de los campesinos, quienes argumentan que no es posible plantar árboles en las pequeñas parcelas, ya que éstas tienen que producir alimentos para el sustento familiar.

Todo lo anterior sugiere que los sistemas agroforestales al combinar vegetación perenne leñosa con cultivos contribuyen opciones racionales para incorporar el componente arbóreo a los sistemas tradicionales, sin dejar de producir los cultivos agrícolas o el forraje para los animales y contribuir así a un manejo más sostenible de la tierra en las zonas de montaña.

"Entendemos por **agroforestería** el conjunto de técnicas de uso de la tierra que impliquen la combinación de especies leñosas arbóreas o arbustivas con cultivos, con animales domésticos o la combinación de los tres. Tal combinación puede ser simultánea o secuencial en términos de tiempo y espacio, en esta combinación debe haber una interacción significativa, ya que tiene por objetivo optimizar la producción total por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido" BUDOWSKI (1993).

La agroforestería andina no es nueva, se basa en técnicas tradicionales. Lo novedoso es el enfoque

hacia un manejo mejorado y una optimización de las técnicas y prácticas tradicionales para conseguir mejores resultados. La sustentabilidad, la biodiversidad y la productividad son los criterios principales de la agroforestería (FLORES *et al.*, 1994).

En la Sierra existen experiencias de desarrollo de sistemas agroforestales enmarcados dentro de cultivos mixtos tradicionales, los cuales incluyen plantas perennes y cultivos agrícolas que permiten pronosticar situaciones muy favorables de aplicación técnica para alcanzar un equilibrio estable entre las necesidades de los agricultores y los recursos naturales.

Estas experiencias demuestran el potencial de los sistemas agroforestales y las oportunidades de introducirlos como alternativa de uso estable del suelo sin deterioro de la base productiva.

### ***Objetivos de los sistemas agroforestales***

- Aumentar la producción y productividad vegetal.
- Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra.
- Diversificar la producción de alimentos.
- Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, para uso industrial o la exportación.
- Disminuir los riesgos del agricultor.
- Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos.
- Minimizar la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.
- Combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los conocimientos modernos.

### ***Clasificación de sistemas agroforestales***

- Sistemas agroforestales secuenciales:
  - \* Agricultura migratoria
  - \* Sistemas Taungya
- Sistemas agroforestales simultáneos:
  - \* Árboles en asociación con cultivos anuales
  - \* Árboles en asociación con cultivos perennes
  - \* Huertos caseros mixtos (de todo)
  - \* Sistemas silvopastoriles (árbol + pasto)
  - \* Sistemas agrosilvopastoriles
- Sistemas agroforestales complementarios (auxiliares)
  - \* Cortinas rompevientos
  - \* Cercas vivas
  - \* Bancos de energía o proteína

### ***Beneficios y aportes de la agroforestería a la sostenibilidad***

La gama de oportunidades que agroforestería ofrece permite obtener los siguientes beneficios (Radulovich, 1994).

#### **A nivel regional**

El establecimiento de especies perennes, que mantienen follaje verde y transpiran durante la época seca, puede producir efectos positivos a nivel de escala, percibibles en proporción al grado de cobertura espacial. Estos efectos se darán principalmente en:

**Clima:** disminución del calor sensible por conversión a calor latente de vaporización, aumento de la humedad ambiental por transpiración, efectos en el albedo y captura de CO<sub>2</sub> (con relevancia a nivel de calentamiento planetario).

**Ciclo biológico:** mayor estabilidad en flujos de agua superficial por mantener las tasas de infiltración, menor presencia de partículas de suelo (sedimentos) en cauces de agua y embalses, mayor flujo de aguas en época seca por mantenimiento de nacientes y otros causes (por probarse: efectos de precipitación).

**Biodiversidad:** mejor ambiente para preservación de la biodiversidad animal y vegetal, existencia de diversos nichos ecológicos para mejor equilibrio.

**Diversificación económica:** una mayor gama de productos disponibles de manera sostenible fomentarán no sólo aspectos de mercadeo sino también de procesamiento y manufactura.

**Estabilidad social:** aumentos sostenibles y más estables en nivel de rendimientos contribuirán a fomentar equilibrio social a nivel local y nacional.

## A nivel de finca

### *Para mejoramiento de la finca (servicios)*

- Mejoramiento de suelos:
  - \* Usos en conservación de suelos.
  - \* Mejoramiento de fertilidad: fijación de nitrógeno, interacción con micorrizas, extracción profunda de nutrimentos, aumentos en materia orgánica (que también aumenta la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y mejora sus características físicas).
- Mejoramientos de aspectos hidrológicos:
  - \* Protección de fuentes de agua y cauces, extracción profunda de agua del suelo, incorporación de materia orgánica que mejora la capacidad de retención de agua y penetrabilidad, mantenimiento de capacidad de infiltración por estructura de macroporos y poca compactación, intercepción de precipitación por el follaje con menor impacto sobre el suelo, mayor humedad ambiental.

- Mejoramiento de microclima: sombra para humanos, ganado, otros animales y plantas, rompevientos (incluyendo el uso de árboles para concentrar la energía eólica utilizando arreglos que crean efectos “venturi”).
- División territorial: función de barreras (cercas vivas), separación entre fincas, lotes, cultivos.
- Biodiversidad: nicho ecológico para animales y plantas a nivel de finca como, plantas medicinales y ornamentales.

### *Intangibles*

- Percepción de estabilidad económica: en la medida que los árboles crecen y van acercándose a dar los beneficios esperados, así aumenta la confianza del productor y su percepción de estabilidad.
- **Valores estéticos y culturales:** adorno de la propiedad, usos sociales, status.
- **Facilidad de manejo**

## A nivel de productor

- Productos para autoconsumo y mercadeo
  - \* **Alimento humano:** frutas, nueces, hojas, sustitutos de cereales, aceites comestibles, bebidas, otros productos comestibles (por ej. bebidas alcohólicas).
  - \* **Alimento para animales:** forraje (ramoneo y corta), frutos, otros (principalmente para ganado bovino y caprino, aunque existen otras aplicaciones como apicultura y acuafitería).
  - \* **Madera y fibra:**
    - Energía: leña, carbón, alcoholes, otros compuestos orgánicos combustibles como aceites, latex, resina, gas.
    - Postes, madera, tablilla de palmas.
    - Uso de fibra de troncos y hojas en construcción y tejidos.

- Uso de madera y troncos, ramas, e inclusive frutos, en artesanías y otra manufactura.
- \* Otros productos: usos medicinales, aceites esenciales, colorantes, taninos, gomas, latex, ceras, alcohol, otros químicos (por ej., pesticidas).

### ***Agricultura sostenible***

Agricultura sostenible es el manejo efectivo de los recursos para satisfacer las necesidades cambiantes mientras se mantiene o mejora la base de recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo (BIFAD Y USAID, 1988).

La sostenibilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de los recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en un espacio geográfico, para mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales, obtener bienes y servicios directos e indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras (CAMINO, 1993).

La agricultura sostenible pone acento en la permanencia no solo de la base física de recursos, sino también en un conjunto amplio de valores de la comunidad. El objetivo principal es el fortalecimiento o revitalización de la cultura rural y de las comunidades rurales, guiado por los valores de la administración (gestión) e independencia y un enfoque integrado u holístico de las dimensiones físicas y culturales de la producción y el consumo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

### ***Bibliografía***

- CAMINO, R.; MULLER, S. 1993. Investigación agrícola con una perspectiva de sostenibilidad: criterios e indicadores para definir prioridades, el monitoreo y la evaluación. In Diálogo XLII: recursos naturales y sostenibilidad agrícola. Brasil, IICA-PROCISUR. p. 69-75.
- BUDOWSKI, G. 1993. Agroforestería: Una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana (C.R.) 3 (2/93): 14-18.
- FLORES, G.; PADILLA, S.; STEGEMAN, G.; ARIAS, E.; PELTONEN, J. 1994. Manual del extensionista forestal andino. Quito, Ecuador, Proyecto Regional FAO-Holanda "Desarrollo Forestal Participativo en los Andes". Fascículo 7. P. 1-47.
- MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. San José, C.R. OET, USAID. 622 p.
- PADILLA, S. 1995. Manejo agroforestal andino. Quito, Ecuador, Proyecto FAO -Holanda "Desarrollo Forestal Participativo en los Andes". 262 p.
- PROYECTO FAO-HOLANDA "DESARROLLO FORESTAL PARTICIPATIVO EN LOS ANDES". 1995. Prácticas agroforestales: metodología y estudios de caso. Quito, Ecuador. 183 p.
- RADULOVICH, R. 1994. Agroforestería en zonas de ladera con sequía estacional en Centro América. In Consulta de Expertos sobre el Avance de la Agroforestería en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe. (1993. México, D.F.) Memoria. Santiago, Chile, FAO. p. 12-26.
- RIVAS, C. J. 1994. El papel de la agroforestería en el desarrollo sostenible de laderas. In Taller Regional Necesidades y Prioridades de la Investigación en Políticas Forestales y Agroforestales para Latinoamérica (1993. San José, C.R.) San José, C. R. , CATIE, IICA, GTZ, CIFOR. p 93-102.

# AGRICULTURA SOSTENIBLE EN SUELOS DE LADERA DE LA REGIÓN ANDINA MEDIANTE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS ESTABLECIDOS EN FRANJAS

Alvaro Tamayo Vélez

Ing. Agr. MSc. Investigador Asociado. Grupo Regional Investigación Agrícola. Centro de Investigación "La Selva". Apartado aéreo 100. Rionegro (Antioquia)

## Resumen

*En el Centro de Investigación "La Selva", ubicado a 2 110 m.s.n.m., con una temperatura promedio mensual de 16 °C y una precipitación promedio anual de 1 870 mm, en un suelo clasificado como Typic Dystrandepts, se investigó durante 2,5 años diversas rotaciones de cultivos; las rotaciones fueron papa-maíz-frijol; maíz-leguminosas-papa y una franja que se rotó dentro de ésta con zanahoria, lechuga, brócoli y coliflor, como alternativa de una agricultura sostenible en los suelos de ladera de la región Andina. Los resultados obtenidos en la disminución de la escorrentía y pérdida de suelo por erosión permiten obtener altos rendimientos en los cultivos en rotación, así como incrementos significativos en el pH y en los contenidos de bases intercambiables como calcio, magnesio y potasio, lo que nos dan una clara idea de la importancia del manejo sostenible e integral de los suelos de ladera de la región Andina.*

## Introducción

En Colombia, en la zona Andina de ladera, la erosión depende principalmente de: La estabilidad estructural del suelo, el grado y longitud de la pendiente y del relieve, el manejo integral del suelo en cuanto a labores de preparación, siembra, tipo de cultivo y labores culturales y la intensidad y frecuencia de los aguaceros.

Más de 50% de los suelos de esta región presentan relieve ligeramente quebrado y escarpado, son deficientes en fósforo (<15 ppm), medios a bajos en potasio (<0.3 meq/100 g), ácidos 4,5 - 6 y con contenido de materia orgánica de medios a altos (>3%).

La conservación de los suelos en áreas de vertiente, en zonas de alta pluviosidad debe apuntar a establecer y manejar prácticas culturales, mecánicas y biológicas en forma integral. éstas deben inducir al mínimo los procesos erosivos.

Es importante explorar nuevas alternativas de sostenibilidad de los suelos mediante la estratificación de los cultivos a lo largo de la pendiente, estableciendo en la parte más alta y con mayor grado de inclinación, las plantas de mayor cobertura natural como bosques y frutales. En la parte intermedia, los cultivos semestrales y limpios con prácticas de conservación. En la parte más baja, de menos pendiente, los cultivos de laboreo intensivo como las hortalizas en rotación dentro de la franja. La separación entre franjas de los cultivos se hace a través de siembra de barreras vivas, que disminuyen la velocidad de la energía cinética de las aguas de escorrentía.

Mediante la rotación de cultivos entre las franjas como papa, maíz, frijol voluble; y aún dentro de la franja como en el caso de las hortalizas, se pretende la conservación de la bioestructura del suelo, debido a su diferente hábito radicular, su variación como cobertura vegetal; además, la extracción y reciclaje diferencial de nutrientes

que estas plantas ejercen en el suelo conlleva hacia la sostenibilidad de los suelos y con ello hacia una agricultura sostenible.

### ***Revisión de literatura***

Este proyecto cubre la zona Andina de ladera colombiana y está ubicado con cuatro experimentos en las localidades del C.I. "La Selva" en Rionegro - Antioquia, C.I. "Obonuco" en Pasto-Nariño, Granja "La Suiza" en Rionegro - Santander y en Funza-Cundinamarca. Los sitios están ubicados en las formaciones vegetales, en ese orden, bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque seco montano (bs-M), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo montano (bh-M).

En ese mismo orden, las zonas agroecológicas son Fg, representativa de 38 625 ha; Fk, representativa de 699 125 ha y Cv representativa de 2255016 ha, para un gran total de 2 992 766 ha, en el país (Muñoz, 1995).

Ensayos llevados a cabo por García (1994), citado por Tamayo (1995), durante cinco años consecutivos en un andisol del C.I. "Obonuco", ubicado a 2 800 m.s.n.m. con 800 mm de precipitación anual, mediante la utilización de rotaciones de cultivos dentro de un manejo integral de los suelos es posible conservar y aún aumentar, por lo menos temporalmente, los contenidos de materia orgánica. Con un manejo adecuado del suelos se impide la descomposición rápida de la materia orgánica proveniente de desechos de los cultivos y se logra estratificar el potasio y el fósforo.

Otros trabajos realizados en el C.I. "La Suiza" (Rionegro - Santander), localizado a 560 m.s.n.m., con 28 °C de temperatura media y 1 700 mm de precipitación promedio anual, en una rotación maíz-fríjol-yuca durante seis siembras, reportan pérdidas de suelo del orden de los 1 400, 1 300 y 900 kg/ha para la primera siembra; pasando en la sexta siembra a pérdidas de suelo del orden de 110, 130 y 227 kg/ha, respectivamente. De acuerdo con estos resultados preliminares, cultivos

limpios como el maíz y el fríjol establecidos en suelos de ladera en regiones muy húmedas, provocan pérdidas considerables de suelo, aunque éste se maneje con mínima labranza; es de vital importancia que en etapas iniciales de crecimiento del cultivo, el suelo sea cubierto con coberturas verdes o residuos de cosecha que minimicen la escorrentía y por ende las pérdidas de suelo.

### ***Materiales y métodos***

Este experimento se inició en el segundo semestre de 1994, en el C.I. "La Selva" (Rionegro - Antioquia), perteneciente a la Corporación de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, ubicado a 2110 m.s.n.m., con precipitación media anual de 1 870 mm y temperatura media mensual de 16 °C. Los suelos pertenecen a la clase agroecológica Fg, de planos o colinados y que corresponden a la formación de bosque húmedo montano bajo (bh-MB). Los suelos del sitio experimental, son típicos del Valle de Rionegro, con dos horizontes definidos: no superficial, rico en materia orgánica, de color negro, y un segundo horizonte, pardo amarillento de ceniza volcánica. Los suelos son de baja fertilidad, pobres en fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, zinc, cobre y boro, fuertemente ácidos y con alta saturación de aluminio.

El ordenamiento de las franjas en el lote, de arriba (parte más pendiente), hacia abajo (parte menos pendiente) es el siguiente: primera franja de aguacates sembrados a 7x7 m en tresbolillo, la segunda franja con pasto kikuyo sembrado en surcos a 50 cm. En las franjas de rotación de siembras maíz ICA V.453 a 0,85 x 0,85 m, con tres plantas por sitio para una población de 80 000 plantas/ha, en relevo con frijol voluble (Cargamanto) dos plantas por sitio. La siguiente franja se siembra papa Diacol Capira a 1 m entre surcos y a 0,25 m entre plantas, para una población de 40 000 plantas/ha, y por último en la franja más plana se siembra hortalizas en rotación (zanahoria-coliflor-lechuga y brócoli).

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- Evaluación inicial de las propiedades físicas y químicas del suelo y posterior monitoreo de sus variaciones por efecto del uso integral del suelo.
- Pérdidas de erosión, mediante la utilización de parcelas de escorrentía (1 x 10 m de largo).
- Rendimientos (kg/ha) para cada uno de los cultivos en rotación.

## **Resultados y discusión**

### **Pérdida de Suelo**

En los cuadros 1, 2 y 3, se observa el efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de cultivos en franjas, donde se cuantifican pérdidas mínimas en el cultivo de aguacate, y pasto kikuyo, por la cobertura densa y mínima labranza que tienen los suelos. En maíz y frijol aumentan ligeramente las pérdidas, para el primer semestre del año 1995; sin embargo, en los semestres B/95 y A/96 las pérdidas de suelo son insignificantes. A pesar de ser el maíz y el frijol cultivos limpios, el manejo a que han sido sometidas estas franjas ha arrojado pocas pérdidas. El manejo del suelo y de los cultivos ha consistido en: a) utilizar barreras vivas de pasto Imperial entre franjas; b) preparar únicamente el sitio de siembra; c) sembrar surcos en curvas a nivel a través de la pendiente; d) utilización racional de los residuos de cosechas para producir Mulch que sirva de cobertura. La franja sembrada con papa presenta pocas pérdidas de suelo, debido a que en las calles el suelo fue cubierto con los residuos de la cosecha anterior (tallos de maíz); estas pérdidas pueden ser considerables después de la cosecha, es decir en la etapa inicial de crecimiento del siguiente cultivo en rotación. En el suelo desnudo se perdió en seis meses una cantidad considerable de suelo, 8,0 t/ha, a pesar de la baja pendiente del terreno (6%), esta misma franja en el semestre siguiente (B/95) estuvo con

rastrajo, disminuyendo así en 97% las pérdidas de suelo (0,223 t/ha). La franja cultivada con hortalizas produjo una pérdida de suelo de 1,4 t/ha, debido a que en este cultivo hay mucho movimiento del suelo, ya requiere de suelo demasiado suelto y libre de malezas para dar buenos rendimientos.

### **Producción de los cultivos establecidos en franjas**

En los suelos de ladera estudiados, erosionados, con baja fertilidad; pero con buen manejo agronómico, ha sido posible obtener altos rendimientos con pasto kikuyo 4,5 a 5,5 t/ha de materia verde seca (mvs). El cultivo de maíz con producciones desde 4 a 5,2 t/ha. Para el cultivo de frijol se han obtenido producciones desde 1,1 t/ha hasta 1,6 t/ha para frijol arbustivo y frijol voluble o de enredadera, respectivamente. Estas producciones superaron el promedio de rendimiento para la zona de estudio en el departamento de Antioquia.

La franja cultivada con papa arrojó una producción baja (12 t/ha), debido a graves problemas fitopatológicos, dado que cerca del ensayo están los lotes experimentales de evaluación de clones de papa a *Phytophthora infestans* efectuados por el Centro Internacional de la Papa (CIP), por lo cual es imposible sacar buenas producciones de papa. La franja cultivada con hortalizas produjo rendimientos comerciales iguales a las producciones locales con métodos tradicionales de labranza del suelo.

### **Comportamiento de algunas propiedades químicas**

En el Cuadro 4 se observa que en suelos con cultivos permanentes y transitorios en rotación hay un ligero incremento en el pH y en los contenidos de calcio, magnesio y potasio; en tanto que los contenidos de materia orgánica han disminuido considerablemente en todas las franjas, pese a que se realizó mínima labranza y se emplean los residuos de cosecha con coberturas. Con respecto a

**Cuadro 1. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. C.I. La Selva (Rionegro - Antioquia), 1996.**

<b>Semestre A de 1995</b>				
<b>Franja</b>	<b>Pendiente</b>	<b>% PCC (kg/ha)</b>	<b>Escorrentía l/10 m<sup>2</sup></b>	<b>t/ha de suelo erosionado</b>
<b>Aguacates</b>	32	-	100,42	0,1240
<b>Kikuyo</b>	35	5 518 mvs	52,39	0,2230
<b>Maíz</b>	16	5 200	55,53	0,3190
<b>Frijol arbustivo</b>	18	1 104	150,10	1,9400
<b>Suelo desnudo</b>	6	-	563,54	8,0300
<b>Precipitación enero - agosto de 1995: 1 574,2 mm.</b>				

**Cuadro 2. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. C.I. La Selva (Rionegro - Antioquia), 1996.**

<b>Semestre B de 1995</b>				
<b>Franja</b>	<b>Pendiente</b>	<b>% PCC (kg/ha)</b>	<b>Escorrentía l/10 m<sup>2</sup></b>	<b>t/ha de suelo erosionado</b>
<b>Aguacates</b>	32	-	40,00	0,3100
<b>Kikuyo</b>	35	4 966,6 mvs	31,53	0,5000
<b>Frijol</b>	16	1 120	10,40	0,4000
<b>Repollo morado</b>	18	14 900	-	-
<b>Rastrojo</b>	6	-	47,77	0,2230
<b>Precipitación agosto - diciembre de 1995: 605,7 mm.</b>				

**Cuadro 3. Efecto de la pluviosidad en la escorrentía y pérdida de suelo en el manejo de los cultivos en franjas. C.I. La Selva (Rionegro - Antioquia), 1996.**

<b>Semestre A de 1996</b>				
<b>Franja</b>	<b>Pendiente</b>	<b>% PCC (kg/ha)</b>	<b>Escorrentía l/10 m<sup>2</sup></b>	<b>t/ha de suelo erosionado</b>
<b>Aguacates</b>	32	-	8,11	0,0540
<b>Kikuyo</b>	35	4 500 mvs	7,00	0,0017
<b>Papa</b>	16	12 000	8,50	0,0135
<b>Maíz</b>	18	4 000	4,00	0,0005
<b>Hortalizas</b>	6	82 000 *	80,00	1,4455
<b>Precipitación enero - junio de 1996: 1 074 mm.</b>				

\* Lechuga, Brócoli, Coliflor y Zanahoria.

NOTA: enero - junio de 1996, fue el semestre más lluvioso en los últimos 22 años.

los elementos menores hay un ligero incremento a excepción del boro, el cual presenta una disminución en todas las franjas.

Los resultados anteriores, permiten concluir que el manejo de suelos en minifundio de ladera de la región Andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas, permiten controlar la erosión y disminuir la escorrentía, obteniéndose altos rendimientos en los cultivos, coincidiendo con otras investigaciones realizadas en el CIAT (1996).

### Conclusiones

- La mayor precipitación se presentó durante el semestre B/96 1 074 mm, sin embargo, las menores pérdidas de suelo estimadas para ese mismo período fueron 0,054; 0,0017; 0,0135; 0,0005 y 1,4455 t/ha/semestre, para los cultivos de aguacate, pasto kikuyo, papa, maíz y hortalizas, respectivamente.

- A pesar del manejo integral del suelo, con la adición de residuos de cosecha y fertilización balanceada, se observa una tendencia general a disminuir los contenidos de materia orgánica, puesto que estos residuos son de lenta mineralización.
- Los resultados de los análisis químicos del suelo estudiado, indican un incremento notable en el pH y en las bases intercambiables como calcio, magnesio y potasio.
- El sistema de cultivos en franjas y en rotación, con la utilización de los residuos de cosecha como coberturas del suelo, impide la escorrentía y la pérdida de suelo.
- Los rendimientos de los cultivos establecidos en franjas son iguales o superiores a los obtenidos con tecnologías tradicionales.

**Cuadro 4. Fertilidad de los suelos en el experimento "Manejo de suelos en áreas de minifundio de ladera en el C.I. "La Selva". (Rionegro - Antioquia)**

Profundidad 0 - 20 cm	pH	M.O. %	P	S	Al	Ca	Mg	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
			(ppm)			meq/100 g			(ppm)				
0 *	5,3	20,0	6,7	5,4	3,9	5,4	0,52	0,27	103	4,7	2,2	1,2	0,60
1	5,6	14,4	2,0	----	----	2,0	1,04	0,61	45	4,5	7,2	6,1	0,07
2	5,2	15,3	3,0	----	1,2	2,9	0,61	0,31	33	3,6	2,5	0,8	0,05
3	5,3	17,7	15,0	21,0	1,2	4,6	1,02	0,54	62	4,5	2,5	1,3	0,07
4	5,5	16,6	19,0	19,0	----	5,9	1,04	0,37	69	5,0	3,6	1,0	0,08
5	5,5	17,7	24,0	14,0	----	6,9	1,76	0,77	47	7,6	4,7	1,3	0,06

\* Muestreo inicial 94/B  
1, 2, 3, 4, 5 franjas 96/A

## ***Bibliografía***

MUÑOS, R. 1994. Informe técnico y financiero sobre el proyecto "Manejo de suelos en minifundio de ladera de la región Andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas y curvas a nivel. ICA. 35 p.

TAMAYO V., A. 1995. Informe Progreso. Proyecto CORPOICA-COLCIENCIAS. Manejo de suelos de ladera de la región Andina mediante la rotación de cultivos establecidos en franjas y curvas a nivel. C.I. "La Selva". Rionegro - Antioquia. 15 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. 1996. Conservación de suelos en ladera buscando nuevas alternativas. Memorias Seminario Taller sobre Actualización en conservación de suelos de ladera (INAT-CECIL-IICA). Santafé de Bogotá.

HOLDRIDGE, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. Instituto Internacional de Cooperación para la agricultura. San José. Costa Rica. 216 p.

# **EROSIÓN DE LOS SUELOS EN EL LITORAL ECUATORIANO**

## **I. PROVINCIA DE MANABI**

**José Arroyave A.**

*Ing. M. Sc. Responsable Dpto. Manejo de Suelos y Agua.  
E. E. Portoviejo - INIAP*

El litoral o costa ecuatoriana es una vasta región de Ecuador, ubicada entre las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes y el océano Pacífico. Ocupa una extensión aproximada de 66.400 km<sup>2</sup>.

Aunque la región es relativamente plana, presenta altitudes que ocasionalmente superan los 800 m.s.n.m., observándose a través de la comarca notables variaciones de relieve que han determinado diferentes condiciones climáticas y han dado lugar a un variado número de ecosistemas o zonas de vidas, las cuales van desde el Matorral Desértico Tropical hasta el Bosque Muy Húmedo Pre Montaña (Cuadro 1).

Dentro de esta región, singular importancia presenta la zona central, correspondiente a la provincia de Manabí, que con alrededor de 1 900 000 ha distribuidas en 22 cuencas hidrológicas constituye aproximadamente 30% de la extensión regional.

Estas cuencas geológicamente asentadas sobre suelos de origen sedimentario antiguo, sedimentos fluviales, sedimentos fluvio-marinos y de cenizas volcánicas, casi en su totalidad han estado sometidas a procesos de deforestación y desertificación, con el subsecuente incremento de la erosión y degradación de los suelos.

**Cuadro 1. Zonas Bioecológicas en la provincia de Manabí.**

<b>Pisos ecológicos</b>	<b>Alturas m.s.n.m.</b>	<b>Precipitación mm</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Áreas ha</b>
Matorral D. Tropical	- 300	- 250	24 - 26	53 180
Desértico Pre Montaña	+ 300	- 250	18 - 24	12 600
Monte Esp. Tropical	- 300	- 500	24 - 26	165 150
Monte Esp. Pre Montaña	+ 300	- 500	18 - 24	22 900
Bosque M. S. Tropical	- 300	- 1 000	24 - 26	538 980
Bosque S. Pre Montaña	+ 300	- 1 000	18 - 22	160 490
Bosque Seco Tropical	- 300	- 1 500	24 - 26	497 400
Bosque H. Pre Montaña	+ 300	- 2 000	18 - 24	257 000
Bosque H. Tropical	- 300	+ 2 000	23 - 26	151 700
Bosque M. H. Pre Montaña	+ 600	+ 2 000	18 - 22	30 100

Valores estimados de acuerdo a información disponible.

### *Proceso de deforestación*

La explotación indiscriminada de las especies maderables existentes, sin una renovación adecuada; la necesidad de expansión de la frontera agrícola con fines de alimentación, comercial, industrial o ganadero; la explosión demográfica, la demanda de materiales vegetales de combustión y la instalación de pastizales y camaroneras, entre otros, han sido factores determinantes del acelerado proceso de deforestación observado en la zona durante los últimos cuarenta años, hasta tal punto que actualmente alrededor de 25% de la superficie provincial presenta bosque protector principalmente en terrenos excesivamente inclinados.

### *Proceso de desertificación*

La desertificación presente en la zona es el resultado en parte de las condiciones climáticas imperantes en la región y especialmente en esta pro-

vincia. La presencia y/o conjunción de la corriente fría de Humboldt y la cálida del Niño, determinan cambios constantes de temperaturas diarias y una gran variación de las precipitaciones pluviales en los diferentes pisos climáticos a través de los años y dentro de cada año.

Por otro lado, el desbrozamiento, quema, salinización y sodificación de los suelos y la transformación de la vegetación natural ocasionado por el hombre para satisfacer sus necesidades e incrementar la explotación de cultivos, sin un conveniente sistema de manejo, han favorecido este proceso de desertificación. Actualmente se estima que el régimen de lluvias desciende en un promedio de 20 mm/año, en tanto que el desierto avanza en Manabí a razón de 2 km/año.

### *Proceso de erosión*

Si bien el proceso de erosión está determinado principalmente por los regímenes pluviométricos,

geología del suelo y fisiografía del terreno, no es menos cierto que el ritmo de erosión está influenciado por la cobertura vegetal existente y las actividades agrícolas desarrolladas por el hombre.

De esta manera, la deforestación, quema de rastrojos, siembras de cultivos en pendientes, sobrepastoreo, uso de tierras marginales y adopción de ciertos paquetes tecnológicos son factores que han contribuido al deplorable estado de erosión observado en los suelos de la geografía manabita.

Estudios realizados por organismos provinciales han permitido establecer que las pérdidas de sue-

los debido a la erosión, en las diferentes cuencas hidrológicas, varían entre 13,5 y 77,1 t/ha año, y que aproximadamente 1 400 000 ha están sometidas a procesos fuertes e intensivos de erosión (cuadros 2 y 3).

### *Investigaciones sobre conservación de los suelos*

A pesar de la situación imperante, es a partir del año 1981 cuando se dan los primeros pasos para la conservación de los suelos en esta provincia. El

**Cuadro 2. Superficies , pérdidas promedias de suelos y tipos de erosión por cuenca hidrológica en la provincia de Manabí.**

Cuenca	Superficie ha	Pérdidas t/ha/año	Tipo de erosión
Salaite	12 600	77,14	excesiva
Salango	8 500	75,40	excesiva
Buenavista	28 000	68,13	excesiva
Daule	363 600	55,89	excesiva
Cuaque	71 500	50,65	excesiva
Esmeraldas	202 800	49,58	excesiva
Cojimies	71 200	42,34	excesiva
Jama	130 800	38,30	fuerte
Jipijapa	26 000	36,17	fuerte
Chone	226 700	33,06	fuerte
Manta	102 400	32,45	fuerte
Puca	113 600	32,39	fuerte
Don Juan	20 400	31,99	fuerte
Bahía	54 400	30,49	fuerte
Canoa	36 600	29,94	media
Portoviejo	206 000	28,57	media
Guanábano	16 500	26,12	media
Colimes	98 000	24,42	media
Briceño	34 200	19,77	media
Sancán	34 800	17,45	media
Ayampe	33 200	15,30	media
Cantagallo	8 200	13,46	débil

**Cuadro 3. Distribución de superficies por tipos de erosión y pérdidas de suelos en la provincia de Manabí.**

Categorías		Erosión		Pérdidas	
		Potencial ha	Actual ha	t/ha/año	
Muy baja	Eo	140 000	186 860	-	5
Baja	E1	54 380	101 000	5	- 10
Moderada	E2	225 700	776 820	10	- 50
Alta	E3	646 900	102 600	50	- 200
Muy Alta	E4	672 160	10 920		+ 200
E2 + E3		28 600	522 360		
E2 + E4		46 960	12 000		
E3 + E4		54 700	48 260		
Otras		30 600	139 140		

**Valores estimados de acuerdo a información disponible**

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, a través de el Departamento de Suelos de la Estación Experimental Portoviejo, en dicha oportunidad, realizó la instalación de prácticas de conservación en lotes de agricultores; posteriormente instituciones como la Dirección Provincial del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Centro de Rehabilitación de Manabí, la Universidad Técnica de Manabí, INEFAN, municipios y otros organismos realizan estudios esporádicos sobre la erosión, degradación de los suelos y programas de reforestación alrededor de los centros poblacionales.

En 1994, el Departamento de Manejo de Suelos y Agua-EEP del INIAP, reinicia las investigaciones sobre el manejo y conservación de los suelos y agua en esta provincia; efectuando estudios sobre sistemas de cultivos, manejo de rastrojos y tecnologías de manejo de cultivos, tratando de contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible.

### *Resultados preliminares*

**Pérdidas de suelos:** bajo las diferentes condiciones de precipitaciones, topográficas y tiempo en que se desarrollaron las investigaciones fue posible observar que los monocultivos de yuca y maíz y el sistema yuca-maíz, manejados con tecnologías del agricultor, tuvieron pérdidas de 10,2; 8 y 6 t/ha/año, respectivamente; en tanto que estas pérdidas se incrementaron a 11,8; 8,6 y 9,6 t/ha/año con la aplicación de las tecnologías recomendadas (Cuadro 4).

**Productividad:** el cambio de monocultivos a sistema yuca-maíz manejado con tecnología del agricultor permitió incrementos promedios en las producciones de maíz y yuca en el orden de 33% y 15%. Por otro lado, las tecnologías recomendadas incrementaron en 96%, 50% y 60% las producciones de maíz, de yuca y de ambos en los monocultivos y en el sistema yuca-maíz, respectivamente (cuadros 5 y 6).

**Cuadro 4. Pérdidas de suelos t/ha/año evaluadas en varios sistemas de cultivos en el Trópico muy seco de Manabí.**

Sistemas	Tecnol.	1 El Cabezón 1994	1 El Cabezón 1995	1 Naranjos 1996	2 Junco 1994	3 Calvo 1996	$\bar{X}$
M. yuca	Agric.	24,13	0,86	4,50	2,60	19,30	10,20
M. yuca	Recom.	39,00	1,40	2,31	4,60	12,60	11,80
M.maíz	Agric.	31,44	1,86	0,90	4,00	1,90	8,00
M.maíz	Recom	28,75	2,00	2,50	3,00	6,80	8,60
Yuca-maíz	Agric.	25,63	1,07	1,30	2,22	16,13	6,10
Yuca-maíz	Recom.	43,31	1,13	1,30	2,47	16,60	9,60
Precipitación	mm	660	444	400	856	656	
Pendientes	%	48	48	48	18	20	

Tecnol. agricultor: siembra dirección de la pendiente, desh. manual, sin fertilización.

Tecnol. recomendada: siembra perpendicular a la pendiente, herbicidas + desh. manual, fertilización.

1 Cantón Portoviejo

2 Cantón Tosagua

3 Cantón Olmedo

**Cuadro 5. Efectos de los sistemas de cultivos y tecnologías sobre la producción kg/ha de maíz en el Trópico muy seco de Manabí.**

Sistemas	Tecnol.	El Cabezón 1994	El Cabezón 1995	Naranjos 1996	Junco 1994	Calvo 1996	$\bar{X}$
M. maíz	Agric.	2 929	3 456	966	1 750	2 247	2 270
M. maíz	Recom.	6 143	5 328	2 410	2 867	5 500	4 450
Yuca-Maíz	Agric.	2 578	2 241	1 102	1 498	2 009	1 886
Yuca-Maíz	Recom.	3 572	2 908	1 210	1 442	3 619	2 586

Eficiencia de uso del terreno: en relación a la eficiencia de uso del terreno, el cambio de monocultivos al sistema yuca-maíz determinó un incremento de 48%, en tanto que las tecnologías

recomendadas incrementaron en 96, 50 y 46% las eficiencias en los monocultivos de maíz, yuca y en el sistema yuca-maíz, respectivamente (Cuadro 7).

**Cuadro 6. Efectos de los sistemas de cultivos y tecnologías sobre la producción de yuca t/ha/año evaluadas en varios sistemas de cultivos en el Trópico muy seco de Manabí.**

Sistemas	Tecnol.	1	1	1	2	3	X̄
		El Cabezón 1994	El Cabezón 1995	Naranjos 1996	Junco 1994	Calvo 1996	
M. yuca	Agric.	13 650	8 702	8 171	6 389	13 333	10050
M. yuca	Recom.	15 184	12 304	9 375	17 259	21 400	15 104
Yuca-maíz	Agric.	10 240	6 368	4 153	5 500	6 702	6 593
Yuca-maíz	Recom.	11 951	7 359	5 000	6 500	9 508	8 064

Tecnol. agricultor: siembra siguiendo la pendiente, desh. manual, sin fertilización.

Tecnol. recomendada: siembra perpendicular a la pendiente, herbicidas + desh. manual, fertilización.

1 Cantón Portoviejo

2 Cantón Tosagua

3 Cantón Olmedo

**Cuadro 7. Incrementos de producción y eficiencia se uso del suelo en sistemas de cultivos y tecnologías recomendadas.**

Sistemas	Tecnol.	Incr. Producc. %		Rend. Relat.		EUT
		maíz	yuca	maíz	yuca	
Maíz	Agric.	----	----	1,00	----	1,00
Maíz	Recom.	96	----	1,96	----	1,96
Yuca	Agric.	----	----	----	1,00	1,00
Yuca	Recom.	----	50	----	1,50	1,50
Yuca-Maíz	Agric.	33	15	0,83	0,65	1,48
Yuca-Maíz	Recom.	38	22	1,14	0,80	1,94

Tecnol. Agricultor: siembra dirección de la pendiente , desh. manuales, sin fertilización.

Tecnolo. Recomendada: siembra perpendicular a la pendiente, herb. + desh. manual + fertilización.

## **Bibliografía**

ECUADOR. 1972. Estudios Hidroeconómicos de Manabí. Estudios de Suelos INERHI - CRM - JUNAPLAN. Consultores AGRAR UND HIDROTECHNIK GMBH. TOMO VI .

ECUADOR. 1990. Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí. PHIMA. CONADE-INERHI. CRM - JICA-OEA Resumen Ejecutivo Portoviejo.- Manabí. 27 p.

ECUADOR. 1990. Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí. PHIMA. CONADE-INERHI. CRM - JICA-OEA. Informes Sectoriales. Volumen III . A1 - G. 87 p.

ECUADOR. 1990. Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí. Sección L. 1 - L. 144.

ECUADOR. 1992. Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. JICA.-CRM. Informe Final. Volumen I. Texto Principal. 131 p.

ECUADOR. 1992. Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de las Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. JICA - CRM. Informe Final. Volumen II. Informe Sectoriales. A.1 - E. 28 p.

## **MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRÉJOL, (IMBABELLO) EN SUELOS DE LADERA, PROV. PICHINCHA**

**Marcelo Calvache**

*Asesor de Manejo de Suelos y Agua  
(INIAP. CP. 17-17-1632, Quito, Ecuador)*

La mayor producción de fréjol seco, en Ecuador, se realiza en suelos de ladera, con pendientes de 5-15%, en los valles interandinos. Durante la época seca (julio a noviembre) se cultiva bajo condiciones de riego. Los métodos más utilizados son por surcos y por microaspersión. Existe poca información en la literatura respecto al efecto de épocas de sequía sobre la producción (Calvache y Reichardt, 1996). Por este motivo se realizaron dos experimentos utilizando dos métodos de riego en fréjol (por surcos y microaspersión), con el objeto de estudiar el efecto de la deficiencia de

agua durante estadios específicos del cultivo, sobre la producción del grano, como estrategia de manejo del agua en zonas semiáridas de Ecuador.

El experimento de riego por surcos se realizó en la hacienda "La Tola", parroquia Tumbaco, cantón Quito, provincia de Pichincha, situada a 00° 13' de latitud sur, 78° 22' de longitud oeste, una altitud de 2 465 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 16,2 °C, una humedad relativa de 76% y una precipitación media anual de 960 mm,

suelo franco arenoso con una pendiente de 5%. Como criterio de riego semanal se utilizó la evaporación de agua del lisímetro "MC" (Calvache, 1993).

Los tratamientos en estudio fueron como parcelas láminas de riego: L1= riego durante todo el ciclo, L2= deficiencia de riego durante todo el ciclo, L3= riego tradicional (mitad del agua aplicada a L1), L4= deficiencia de riego en la fase vegetativa, L5= deficiencia de riego en la fase floración, L6= deficiencia de riego en la fase llenado de vaina y L7= deficiencia de riego en la fase de maduración; y como subparcelas: fertilización nitrogenada (F1= 20 kg N/ha y F2= 80 kg N/ha), distribuidas en un diseño de parcelas divididas. La unidad experimental estuvo constituida por una parcela de 7,0 m de largo por 4,8 m de ancho, la misma que tenía ocho surcos distanciados entre ellos 0,60 m. La superficie total de la unidad experimental fue de 33,6 m<sup>2</sup>. Las variables analizadas fueron: acumulación de masa seca en kg/ha, producción de grano en (kg/ha), eficiencia de uso del agua (kg/m<sup>3</sup>), la evapotranspiración (mm/ciclo) y almacenamiento de agua (mm) a 50 cm de profundidad y en cada una de las fases.

Los tratamientos de déficit de riego resultaron en una reducción del almacenamiento del agua en el suelo durante casi tres semanas en todas las etapas (desde los 16 hasta los 46 días; desde los 47 hasta los 75 días; desde los 76 hasta los 102 días y desde los 102 hasta los 124 días para los tratamientos L4, L5, L6 y L7, respectivamente.

Para la acumulación de materia seca (Cuadro 1) en la fase de maduración, se observa que para el factor láminas hay cuatro rangos de significación, ubicándose en el primero la lámina L1, y en el último rango se encuentra la lámina L5; la cual no se recuperó debido a la falta de agua en la fase de floración. La lámina L2 como respuesta a la falta de agua en todo el ciclo, se ubica entre tercer y cuarto rango.

La DMS para fertilización indica que el mejor tratamiento es F1, ya que se produjo un traslado de fotosíntatos de las hojas a los granos que ya

estaban formados, produciendo un envejecimiento rápido de las hojas que se secaron más temprano, cayendo una gran parte del área foliar.

**Cuadro 1. Promedio y pruebas de significación para la variable producción de materia seca a la cosecha en fréjol. Tumbaco - Pichincha.**

<b>Factores</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>
<b>Láminas</b>	(**)
L1 riego todo el ciclo	6 271 a
L2 sin riego todo el ciclo	4 797 cd
L3 riego tradicional	5 586 abc
L4 sin riego fase vegetativa	6 145 a
L5 sin riego fase floración	4 693 d
L6 sin riego fase llenado de vaina	5 604 ab
L7 sin riego fase maduración	5 279 bcd
<b>Fertilización</b>	(**)
F1 (20 kg N/ha)	5 786 a
F2 (80 kg N/ha)	5 178 b
<b>Interacción</b>	(**)
L1F1	6 670 ab
L1F2	5 872 bc
L2F1	5 570 cd
L2F2	4 024 e
L3F1	5 361 cd
L3F2	5 810 bc
L4F1	6 964 a
L4F2	5 326 cd
L5F1	4 703 de
L5F2	4 682 de
L6F1	5 913 bc
L6F2	5 296 cd
L7F1	5 324 cd
L7F2	5 234 cd
<b>CV</b>	7%

Para el rendimiento de grano la prueba de Tukey a 5% (Cuadro 2) muestra para láminas cuatro rangos de significación, ubicándose en el primero los tratamientos L4 y L1, destacándose la lámina 4 con una producción promedio de 2 991 kg/ha, en el último rango se ubica la lámina 2 con una producción promedio de 1 285 kg/ha. La falta de agua en la fase vegetativa no afecta a la producción, prueba de ello L4 tiene la más alta producción. En la fase de floración, la falta de agua sí le afecta ya que L5 alcanza una producción de 2 302 kg/ha y comparte el segundo y tercer rango. En la fase llenado de vaina, la falta de agua le afecta considerablemente, ya que alcanza una producción promedio de 1 910 kg/ha, ubicándose en el segundo y tercer rango. Para el factor fertilización se realizó la prueba de DMS al 5%. ubicándose en el primer rango la fertilización F2 con una producción promedio de 2 557 kg/ha y en el segundo la fertilización F1 con 2 089 kg/ha. La interacción L4F2 con 3 304 kg/ha, es la mejor y en el último rango se ubica L2F1 con una producción promedio de 1 058 kg/ha.

La deficiencia de agua en la fase vegetativa no redujo la producción, lo que indica que hubo suficiente tiempo para que las plantas se recuperan de cualquier efecto de deficiencia de agua que hubiese tenido en la etapa vegetativa. El déficit de irrigación en la fase vegetativa puede ser aceptable en zonas que no dispongan de agua de riego en este período. Por otro lado, el riego deficiente durante todo el ciclo redujo en 54% la producción de granos, comparando con L1. El déficit impuesto en la fase reproductiva (floración y formación de vaina) causó un decremento mayor de la producción, debido principalmente a la caída de flores y a la formación de vainas vacías. (Doorembos y Pruit, 1976; Calvache *et al.* 1995; Calvache y Reichardt, 1996)

En la prueba de Tukey a 5% para la eficiencia de uso del agua detallada en el Cuadro 3, se observa que para láminas hay tres rangos de significación, destacándose en el primero la lámina 4 con un promedio de 0,78 kg/m<sup>3</sup>, en el último rango se ubica la lámina 6 con un promedio de 0,47 kg/m<sup>3</sup> que se debe a las bajas producciones de este

tratamiento. Para el factor fertilización se realizó la prueba de DMS a 5%, ubicándose en el primer rango la fertilización F2 con un promedio de 0,72 kg/m<sup>3</sup> y en el segundo la fertilización F1 con 0,58 kg/m<sup>3</sup>.

**Cuadro 2. Promedio y pruebas de significación para la variable producción de grano a 10% de humedad en fréjol. Tumbaco - Pichincha**

<b>Factores</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>
<b>Láminas</b>	
L1 riego todo el ciclo	2 974 a
L2 sin riego todo el ciclo	1 286 d
L3 riego tradicional	2 495 ab
L4 sin riego fase vegetativa	2 991 a
L5 sin riego fase floración	2 302 bc
L6 sin riego fase llenado de vaina	1 910 c
L7 sin riego fase maduración	2 301 bc
<b>Fertilización</b>	
F1 (20 kg N/ha)	2 089 b
F2 (80 kg N/ha)	2 557 a
<b>Interacción</b>	
L1F1	2 711 bcd
L1F2	3 237 ab
L2F1	1 058 h
L2F2	1 513 gh
L3F1	2 091 ef
L3F2	2 899 abc
L4F1	2 677 cd
L4F2	3 304 a
L5F1	2 085 f
L5F2	2 519 cde
L6F1	1 734 fg
L6F2	2 086 ef
L7F1	2 264 def
L7F2	2 338 de

En el tratamiento L4, una disminución relativa del agua de riego en 21%, provocó un decrecimiento del rendimiento relativo en el rendimiento, colocándolo como el mejor tratamiento en productividad. La eficiencia de uso del agua en F2 mayor que en F1, indica que el nitrógeno aumenta la productividad del cultivo con una misma lámina de agua (Calvache *et. al.* 1995). Las eficiencias bajas encontradas en L6 y L7 indican que la etapa de llenado de vaina y maduración también son sencibles a la deficiencia de agua como lo manifiesta Doorembos y Pruit (1976).

Para la evapotranspiración al final del cultivo al hacer la prueba de Tukey a 5% (Cuadro 4) se obtuvieron cuatro rangos de significación destacándose en el primero la lámina L1 con una evapotranspiración promedio de 447,9 mm/ciclo, debido a que recibió riego todo el ciclo del cultivo, en el último rango se ubica la lámina L2 con un promedio de evapotranspiración de 171,5 mm/ciclo, por la falta de agua durante todo el ciclo.

En el Cuadro 5 constan los costos totales, rendimientos y rentabilidad para las interacciones láminas por fertilización, en el mismo se puede observar que L1F2 tiene una rentabilidad de 54,2%, pero a su vez el costo total es muy alto, por lo que se portan como más rentables L3F2 y L4F2, que tienen una rentabilidad de 52,62% y 62,21%, respectivamente.

De los análisis estadísticos y económicos, se obtuvieron las conclusiones siguientes: con la dosis de fertilizante nitrogenado de 80 kg N/ha, se obtuvo los mejores resultados en la mayoría de las variables analizadas. Para la variable rendimiento de materia seca al final del ciclo del cultivo, las láminas que mejor se comportaron fueron L1 y L4 con 6 271 kg/ha y 6 144 kg/ha, respectivamente, y las más afectada fue L5 con 4 693 kg/ha. Para la producción L4 y L1 alcanzaron los mejores resultados con 2 991 kg/ha y 2 974 kg/ha, respectivamente, en cambio L2 y L6 lograron las más bajas producciones con 1 286 kg/ha y 1 910 kg/ha. El tratamiento que más eficientemente utilizó el agua fue L4 con 0,78 kg/m<sup>3</sup>; L6 y L7 tuvieron una baja eficiencia del uso del agua con valores

de 0,47 kg/m<sup>3</sup> y 0,54 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Del análisis económico se dedujo que el tratamiento más rentable fue L4F2 con valores de 62,2%.

**Cuadro 3. Promedios y pruebas de significación para la variable eficiencia de uso del agua del grano en fréjol. Tumbaco - Pichincha.**

<b>Factores</b>	<b>EUA (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Láminas</b>	
L1 riego durante todo el ciclo	0,65 b
L2 sin riego todo el ciclo	0,69 b
L3 riego tradicional	0,77 a
L4 sin riego fase vegetativa	0,78 a
L5 sin riego fase floración	0,64 b
L6 fase llenado de vaina	0,47 c
L7 sin riego fase maduración	0,54 c
<b>Fertilización</b>	
F1 (20 kg N/ha)	0,58 b
F2 (80 kg N/ha)	0,72 a
<b>Interacción</b>	
L1F1	0,58 def
L1F2	0,72 bcd
L2F1	0,60 de
L2F2	0,77 abc
L3F1	0,67 cde
L3F2	0,89 a
L4F1	0,68 cd
L4F2	0,88 ab
L5F1	0,58 def
L5F2	0,70 cd
L6F1	0,42 f
L6F2	0,51 ef
L7F1	0,51 ef
L7F2	0,57 def

**EUA= Eficiencia de uso del agua**

**Cuadro 4. Promedios y pruebas de significación de la variable evapotranspiración al final del ciclo del cultivo de fréjol. Tumbaco - Pichincha.**

Tratamientos **	Evapotranspiración (mm/ciclo)
L1 riego todo el ciclo	447,9 a
L2 sin riego todo el ciclo	171,5 e
L3 riego tradicional	313,7 d
L4 sin riego fase vegetativa	355,4 c
L5 sin riego fase floración	348,4 c
L6 sin riego fase llenado de vaina	373,2 b
L7 sin riego fase maduración	398,4 b

El experimento con el método de riego de microaspersión se realizó en el sistema de riego el Pisque, provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia Ascázubi; (00° 2' 33" S, 78° 16' 49", 2 600 m.s.n.m.). Suelo franco arenoso con 15% de pendiente. Se utilizó el agua captada de un reservorio a 30 m de diferencia de altura. Para el criterio de riego semanal se utilizó la evaporación del lisímetro "MC" (Calvache, 1993). El diseño utilizado fue el de parcela dividida en donde las parcelas fueron: láminas de riego: L1= deficiencia de riego en floración y formación de vaina; L2= deficiencia de riego en formación de vaina) y L3= sin estrés hídrico; y las subparcelas tres niveles de fertilización química: F0= 0 kg NPK/ha, F1= 40-30-30 kg NPK/ha y F2= 80-60-60 kg NPK/ha.

**Cuadro 5. Análisis económico de las interacciones láminas x fertilización en el cultivo de fréjol Tumbaco - Pichincha.**

Tratamiento	Costo total (sucres)	Rendimiento (sacos 50 kg)	Rentabilidad %
L1F1	2 893 676	54,20	31,11
L1F2	2 967 537	64,70	52,62
L2F1	2 548 676	21,20	- 41,77
L2F2	2 622 537	30,20	- 19,39
L3F1	2 663 676	41,80	9,85
L3F2	2 737 537	58,00	48,31
L4F1	2 778 676	53,50	34,78
L4F2	2 852 537	66,10	62,21
L5F1	2 781 676	41,70	4,94
L5F2	2 855 537	50,40	23,55
L6F1	2 836 176	34,70	- 14,36
L6F2	2 910 037	41,70	0,31
L7F1	2 813 176	45,30	12,72
L7F2	2 887 037	46,80	13,47

La acumulación de materia seca se incrementó en L3, hasta el período de maduración debido a que la planta no sufrió déficit de agua, en cambio en L1 bajó notablemente a partir de los 95 días después de la siembra y en L2 se mantuvo casi constante (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Pruebas de significación para los factores en estudio de la materia seca (kg/ha) y rendimiento (kg/ha) durante la cosecha. Ascazubi - Pichincha.**

Materia seca	Rendimiento kg/ha	Factores kg/ha
<b>Láminas</b>	(**)	(**)
L1	4 066 b	1 527 c
L2	5 861 a	2 311 b
L3	6 539 a	2 897 a
<b>Fertilización</b>	(**)	(*)
F0	4 940 c	2 130 b
F1	5 522 b	2 223 ab
F2	6 003 a	2 381 a
<b>Interacción</b>	NS	NS
L1F0	3 767	1 488
L1F1	4 049	1 502
L1F2	4 381	1 591
L2F0	5 205	2 187
L2F1	5 744	2 183
L2F2	6 333	2 563
L3F0	5 847	2 715
L3F1	6 774	2 984
L3F2	6 996	2 991
<b>CV (%)7,89,96</b>		

NS= No existe ninguna significación estadística

\* Significativo a 5% de probabilidad.

\*\* Significativo a 1% de probabilidad.

En cuanto a la fertilización se observan dos rangos de significación siendo la mejor la F2 con un valor de 2381 kg/ha, esto quiere decir que sí hubo un incremento de la producción de acuerdo a la dosis de fertilización de 7 y 11 %. Para la interacción a pesar de no existir diferencias estadísticas,

**Cuadro 7. Pruebas de significación para los factores en estudio de la eficiencia de uso de agua de la materia seca total y de grano al momento de la cosecha. Ascazubi - Pichincha.**

Factores	EUA total (kg/m <sup>3</sup> )	EUA grano (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Láminas</b>	(ns)	(*)
L1	1,54	0,58 b
L2	1,76	0,69 a
L3	1,72	0,76 a
<b>Fertilización(**)</b>		
F0	1,51 b	0,64 b
F1	1,68 ab	0,67 ab
F2	1,84 a	0,72 a
<b>Interacción</b>	(ns)	(ns)
L1F0	1,44	0,57
L1F1	1,52	0,56
L1F2	1,66	0,60
L2F0	1,56	0,65
L2F1	1,71	0,65
L2F2	2,02	0,78
L3F0	1,52	0,70
L3F1	1,81	0,80
L3F2	1,83	0,78
<b>CV (%)7,1910,46</b>		

EUA = Eficiencia de uso de agua

NS= No existe ninguna significación estadística.

\*= Significación a 5% de probabilidad.

\*\*= Significación a 1% de probabilidad.

se observa que el promedio más alto está dado por la lámina L3 y fertilización L2 con un valor de 2991 kg/ha incrementándose en 50% con respecto a la lámina L1 fertilización 0 que tiene un valor de 1 488 kg/ha.

En lo que respecta a la eficiencia de uso de agua de riego (Cuadro 7), del análisis estadístico se deduce que para láminas existen diferencias altamente significativas ( $p=0,01$ ) y en cambio que para fertilización e interacción ninguna significación estadística. Según la prueba de Tukey a 5% para láminas de riego se tiene dos rangos de significación, siendo la lámina L3 la de mayor eficiencia de riego para el rendimiento de grano, con un valor de 0,73 kg/m<sup>3</sup>, seguidos de L2 y L1 con un valor de 0,69 y 0,58 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

De acuerdo a las láminas de riego aplicadas el cultivo sufrió "estres hídrico" en los estadios vegetativos-floración (40 hasta los 53 días después de la siembra) y maduración (67 -100 días después de la siembra) para la lámina L1; en tanto que para la lámina L2 se observó un estado de estrés en la época de maduración (74-96 días después de la siembra). En la lámina L3 no se observó ningún estrés significativo para el cultivo.

En cuanto a la producción en kilogramos/ha, la lámina L3 fue mayor en 1,25 y 1,89 veces frente a la producción de la lámina L2 y L1, respectivamente, indicando que la cantidad de agua adicionada en forma de riego influyó en el mayor rendimiento de fréjol.

La fertilización F2 (80-60-60 kg de NPK/ha) produjo el mejor rendimiento de fréjol y fue significativo en relación al testigo, donde la interacción L3F2 dio el mayor resultado (2991 kg/ha), lo que indica el efecto directo del riego y la fertilización en la productividad del fréjol imbabello, en Ascazubi.

Según el análisis económico (Cuadro 8) se obtuvo el mayor ingreso aplicando una lámina de riego de 369 mm. En cambio la mejor interacción se obtuvo aplicando una lámina de 375 mm y fertilización media de 40-30-30 kg/ha de NPK alcanzando una rentabilidad de 108,8%, en tanto que la de menor rentabilidad fue la L1F2 con valor de 16,3%.

Los resultados obtenidos en los dos experimentos permiten concluir que: el riego suplementario (por surcos o microaspersión) incrementa la productividad y la rentabilidad del cultivo; la deficien-

**Cuadro 8. Análisis económico de las interacciones láminas de riego y fertilización química en el cultivo de fréjol. Ascazubi - Pichincha.**

Tratamiento	Costo total s/.	Rendimiento sac/ha	Rentabilidad %
L3F1	571 694	59,69	108,82
L3F0	541 219	54,31	100,78
L3F2	602 169	59,81	98,65
L2F2	574 569	51,27	78,46
L2F0	513 619	43,75	70,36
L2F1	544 093	43,66	60,49
L1F0	486 019	29,77	22,51
L1F1	516 494	30,05	16,36
L1F2	546 969	31,82	16,35

cia de agua durante la floración y formación del grano disminuyó significativamente la producción de grano. La deficiencia de agua durante la época vegetativa no afectó el rendimiento del grano, permitiendo un ahorro de 40% de agua. El riego por microaspersión es más rentable que el riego por surco.

### **Referencias**

- CALVACHE, M. 1993. Requerimientos hídricos de cultivos agrícolas en la zona de Tumbaco-Pichincha, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, 145 p.
- CALVACHE, M.; REICHARDT, K. 1996. Water deficit imposed by partial irrigation at different growth stages for common bean (*Phaseolus vulgaris*

L.) IN IAEA TECDOC 888, NUCLEAR TECHNIQUES TO ASSESS IRRIGATION SCHEDULES FOR FIELD CROP. p. 63-72.

CALVACHE, M.; GARCÍA, C. 1987. Dinámica del agua en un cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*). Rumipamba, Quito, 4: 1-8 .

CALVACHE, M.; SILVA, J.; REICHARDT, K.; Portezan F. 1995. Aduacao Nitrogenada no Feijao sob Estresse de Agua. XXV Congresso Brasileiro de Ciencia do solo. Vicosa MG. p. 649-651.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. 1996. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FAO, p. 9-55.

ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1994. Valores promedios de 13 años de la Estación Agrometeorológica "La Tola". Anuarios meteorológicos 1980-1994. pv.

## **EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LADERAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

### **Experiencias específicas en cuencas hidroenergéticas**

**Patricio Oliva Cajas**

*Ingeniero Civil. Superintendente de la Unidad de Manejo Ambiental del Sector Eléctrico - UMASE  
Miembro del Directorio del Subcomité de Planificación y Medio Ambiente - ECUACIER  
Instituto Ecuatoriano de Electrificación - INECEL*

### **Síntesis**

Con esta ponencia sobre Manejo de Cuencas Hidrográficas, se pretende dar una visión general de la temática y a continuación señalar procedimientos y experiencias que se llevan a cabo actualmente, relacionadas con ámbitos concretos,

los Hidroeléctricos, centradas estas experiencias en áreas específicas, las degradadas.

Este tema es en esencia muy amplio e implica acciones integrales, a largo plazo, que involucran armonizar las actividades antrópicas con el medio natural, lo cual limita su realización, por cuanto se

deben clasificar los sistemas hidrográficos, según finalidades particulares; pero que no son excluyentes, debiendo además limitar los ámbitos de ejecución de los subproyectos a zonas concretas, en función de viabilizar las metas previstas dentro de un plan global, identificado y debidamente financiado.

La evaluación de impactos ambientales debe ser el componente que racionalice todo estudio de ingeniería, la misma que identificará el impacto que cauce la obra de infraestructura, una vez construida, al ambiente y viceversa, necesitándose, por lo tanto un plan de mitigación de efectos negativos, destacando obviamente, los positivos, radica, precisamente aquí, la obligatoriedad de elaborar un proyecto de manejo como instrumento de gestión ambiental.

Toda acción que se emprenda, en cualquier ámbito, requiere de un marco legal, por lo cual se identifica y analiza el justificativo jurídico en forma general y particular, esto permite al Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) actuar en manejo de cuencas, considerando que desde el punto de vista técnico, su principal fuente de energía es el agua, cuya calidad se afecta por la acelerada erosión edáfica, debida al mal uso del suelo, la deforestación incontrolada, las prácticas agrícolas inadecuadas, etc, las cuales repercuten en las centrales hidroeléctricas, azolvando los embalses y desgastando aceleradamente los inyectores y álaves de las turbinas, especialmente.

Luego de informar que Ecuador está subdividido en 31 sistemas hidrográficos se da a conocer las seis principales cuencas hidroenergéticas del país, identificadas en el Plan Maestro de Electrificación, cuyos estudios de manejo o ejecución están a diferentes niveles, destacándose Paute y Pastaza, por cuanto allí están operando las centrales que generan, aproximadamente 53% de la energía para consumo a nivel nacional, razón por la cual son estas las cuencas donde se están llevando a cabo proyectos de manejo.

En la cuenca del río Paute de 5 186 km<sup>2</sup>, considerada desde la presa Daniel Palacios, hacia aguas

arriba, de la Central construida de 1 075 000 kw de potencia instalada. A principios de 1983 se iniciaron los estudios de manejo, con participación de profesionales nacionales de diferentes instituciones estatales, vinculadas con los Ministerios de Energía, Agricultura, Bienestar Social y de organizaciones no gubernamentales, ONGs, en calidad de consultores individuales; y con colaboración de técnicos extranjeros en calidad de asistencia técnica no reembolsable, proporcionada por el Banco Interamericano de Desarrollo, BID y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

Las acciones previstas se iniciaron en septiembre de 1989, una vez que se suscribió el contrato de préstamo blando otorgado por el BID al gobierno ecuatoriano por US. 14 500 000 y US. 400 000 de cooperación no reembolsable y US. 6 367 000 de contraparte local, es decir contando con un total de US. 21 267 000. El plan se enmarca en los objetivos siguientes:

- Iniciar el manejo y conservación de los recursos naturales renovables mediante el establecimiento de sistemas productivos y de protección apropiados.
- Contribuir a mantener la vida útil del embalse.
- Obtener información técnica y socioeconómica que facilite preparar programas de inversión similares.
- Desarrollar una estructura institucional y legal al respecto.

Los principales componentes o subproyectos son:

- Producción agrícola y forestal con la implementación de sistemas agroforestales en aproximadamente 22 600 ha y 3 400 ha de plantaciones forestales.
- Manejo de bosques y vegetación protectora que cubren 203 000 ha.

- Establecimiento de sistemas e instalación de equipos para la recolección de datos, evaluación, seguimiento y planificación de la expansión del manejo.

En la cuenca del río Pastaza de 8 250 km<sup>2</sup>, considerada desde la presa de la Central en operación, Dr. Jaime Roldós Aguilera de 156 000 kw. de potencia instalada, hacia aguas arriba. En 1985 se iniciaron los estudios de manejo a nivel de prefactibilidad, con participación de personal nacional, igualmente como la indicada en Paute y con la colaboración de técnicos extranjeros de la Organización de Estados Americanos, OEA; y los estudios de factibilidad, también en calidad de asistencia no reembolsable, proporcionada por el gobierno sueco, por medio de la Agencia Sueca para la Cooperación Técnica y Económica Internacional, BITS y con la participación de profesionales de SWWEDFOREST, firma seleccionada para el efecto.

Una vez concluido el estudio y para pasar a ejecutarlo, se identificó una nueva donación de Suecia, para llevar adelante el denominado "Plan Puente", entre 1993 y 1995, que pretendió enlazar los estudios con su realización, mediante financiamiento de alguna agencia internacional, y que consistió en llevar a cabo, en pequeña escala, a manera de programa piloto o demostrativo, los subproyectos identificados en la factibilidad, como acciones seleccionadas de manejo.

El costo total del proyecto está valorado en US. 19250000 y la inversión para realizar el Plan Puente fue de US. 772 000, provenientes de Suecia US. 532 000 y contraparte de INECEL US. 240 000.

Los objetivos son:

- Reducir el aporte de sedimentos y garantizar la vida útil de los aprovechamientos hidroeléctricos. Ahora en funcionamiento Agoyán (Central Jaime Roldós) y Pisayambo, cuya potencia instalada es de 69 000 kw.
- Utilizar adecuadamente los recursos naturales.

- Producir en forma sustentable, con el menor costo ecológico posible.
- Controlar la erosión y los agentes causantes de la alteración del ecosistema.
- Mejorar la productividad, con medidas de conservación de suelos, para elevar la calidad de vida de la población.

Los principales componentes o subproyectos son:

- Manejo sostenido de suelos, con lo cual serán beneficiadas 1 700 familias.
- Desarrollo forestal a través de la plantación de 450 ha de bosques comunales y aproximadamente 6 000 ha de plantaciones en bloque.
- Capacitación a 16 029 personas y educación ambiental en escuelas de las comunidades.
- Desarrollo de pie de crías mejoradas de animales menores.
- Obras físicas de protección e infraestructura vial comunitaria.
- Instalación de sistemas de riego parcelario en 450 ha.
- Investigación y estudios relacionados con escorrentía, erosión, precipitación, etc.

Finalmente se concluye que las acciones de manejo realizadas, dejan experiencias fundamentales, puesto que constituyen validación autóctona de principios y teorías expuestas en los estudios, la cual permite tener recomendaciones prácticas que sustenten la ampliación del campo de actividad en las cuencas de Paute y Pastaza y en otras del país.

### *Introducción*

La Unidad de Manejo Ambiental del Sector Eléctrico -UMASE- es una organización administrati-

va del Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, que depende de la Subgerencia y que fue creada como área de apoyo para programar, dirigir, coordinar y controlar la ejecución de estudios sobre el estado de conservación y protección de cuencas hidroenergéticas e impacto ambiental de y hacia los proyectos de generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía durante las fases de estudio, construcción y operación, así como para administrar los recursos humanos, financieros y materiales asignados a la Unidad.

Entre las actividades que desarrolla la UMASE, cabe destacar las siguientes:

- Acciones seleccionadas en la implementación del Proyecto de Manejo de la Cuenca Alta del Río Pastaza.
- Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental -EIA- de proyectos eléctrico.

### ***Manejo de cuencas como instrumento de gestión ambiental***

#### **Aspectos generales en manejo de cuencas**

Las acciones realizadas por el ser humano y de manera especial la ejecución de obras de cualquier índole, producen alteración en el medio ambiente, lo cual obliga a prever los efectos negativos y tomar acciones para minimizarlos.

El desarrollo económico y social se basa en la utilización de recursos naturales, los mismos que deben ser racionalmente explotados bajo la consideración de que son bienes de capital patrimonio del Estado y propiedad de las generaciones futuras.

El espacio geográfico natural a considerar, es una cuenca hidrográfica en la cual están contenidos los recursos físicos, bióticos y antrópicos que mantienen una continua y particular interacción de los procesos de desarrollo.

Las cuencas hidrográficas soportan directamente el deterioro del medio.

Los fenómenos naturales como: sismos, volcánicos, ciclones, maremotos, deslizamientos, inundaciones, sequías, corrientes oceánicas son los causantes, entre otros, del deterioro del medio ambiente.

No deberán existir acciones realizadas por el hombre, que no estén orientadas al bienestar socio-económico-cultural de la población en general; integrando en la gestión ambiental el manejo de los recursos naturales, versus los ambientes natural y humano.

Se afirma que "... el mayor riesgo del deterioro del medio ambiente proviene de su desconocimiento", por lo cual es necesario concientizar a la humanidad sobre la importancia de un manejo natural de todos los recursos.

Uno de los problemas más agobiantes a nivel mundial, es el de la pobreza, el cual es el principio y el fin -causa y efecto- de los problemas ambientales.

La extensión rural en manejo de cuencas debería estar orientada a lograr en forma equilibrada el desarrollo social, cuyo elemento básico sea la educación y concientización de los pobladores rurales, en estrecha relación o subordinación con la preservación del medio ambiente.

Las actividades técnico-productivas deben estar íntimamente relacionadas con las de carácter social.

En el campo de extensión, la participación comunitaria debe ser el elemento básico.

Es imprescindible la aplicación de un proceso de investigación-acción-participación que involucre todas las fases, desde la planificación, ejecución y evaluación incorporando al extensionista y a la familia rural como principales protagonistas de su propio desarrollo en la toma de decisiones, por lo cual seleccionar al personal con vocación y con-

diciones personales para desarrollar el trabajo de extensión y participación es fundamental, así como la condición de que el extensionista resida en la comunidad o muy cerca de ella.

La familia es el factor dinamizante en todo el manejo integral de la microcuenca y consecuentemente la extensión debe ser participativa para que el proyecto sea socialmente apropiado y ambientalmente sostenible.

Específicamente, tres aspectos son de gran importancia para los programas de extensión: los institucionales, los metodológicos y el contenido técnico de los programas en el manejo de cuencas.

Se considera al ambiente y al hombre como componentes sociales, en donde se enfrentan la pobreza crítica *versus* la depredación de los recursos naturales.

En consecuencia, los problemas que se presentan en la mayoría de las cuencas hidrográficas en sus zonas altas, están relacionados con: sus características físico naturales y la ocupación en forma anárquica; sufriendo los embates de la explosión demográfica; expansión agrícola; falta de aplicación de planes integrales de manejo y conservación.

No es posible el desarrollo y la conservación como elementos separados, sino todo lo contrario, como elementos complementarios.

Hasta el presente, en pocos países se ha avanzado en la definición y ejecución de acciones de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, entendido éste, como el conjunto de acciones sobre los ámbitos biofísicos, socioeconómicos, jurídicos e institucionales tendentes a regular su funcionamiento hacia el mejoramiento de la calidad de vida de la población, conjugada con la conservación de los recursos naturales.

Esto ha traído como consecuencia que los programas de extensión agrícola o rural desarrollados, sólo hayan atendido los aspectos de la

producción agrícola, principalmente, donde el componente de la conservación de los recursos naturales renovables es enfocado tangencialmente o las acciones de manejo de cuencas se reducen a proyectos específicos con duración determinada, no formando parte de programas regulares de largo plazo, con el fin de que se conviertan en sustentables.

Igualmente la modernización institucional, la descentralización de las decisiones, la eliminación de la burocracia, la búsqueda de fuentes alternativas de financiamiento a través de la modalidad de cofinanciamiento, fondos rotativos comunitarios u otros mecanismos que brinden mayor estabilidad a los programas, la valoración de la producción agrícola, la adopción de incentivos conservacionistas, son todos factores que deben acompañar la labor de extensión en cuencas hidrográficas.

El recurso agua no es un bien gratuito, requiere inversiones para garantizar su calidad, cantidad y régimen, por lo tanto su área receptora, la cuenca hidrográfica, deberá cumplir la condición de cobertura natural mínima necesaria, para que la fase de escurrimiento del ciclo hidrológico se cumpla, garantizando esa calidad de agua requerida para todo proyecto de aprovechamiento humano.

Relacionar agrosistemas y ecosistemas es fundamental en este proceso, considerando tres aspectos críticos: erosión (recuperación del ecosistema degradado) productividad y estabilidad de los agroecosistemas.

### **Aspectos específicos en manejo de cuencas**

Toda obra de infraestructura impacta al ambiente y a la vez éste impacta a aquélla, de tal forma que los estudios de Impacto Ambiental, EIA, que se llevan a cabo para identificar áreas de sensibilidad ambiental que constituyen sistemas naturales particulares asociados a las condiciones socioeconómicas y a las actividades de uso y manejo de los recursos (forestal, agrícola, gana-

dero, generación eléctrica, etc), son sistemas ecológicos que requieren de un ordenamiento y planificación para su uso sostenido.

Para mitigar y reducir los impactos ambientales negativos hacia las infraestructuras, provocados por los agentes antrópicos y naturales, se debe plantear la aplicación de un Plan de Manejo Integral de la cuenca aportante, que cubra la gama de atributos ambientales frágiles, que favorecen y aceleran la degradación de la cuenca; que pueden llegar a ser muy graves en el caso de infraestructuras eléctricas, radicando precisamente aquí, el manejo de la cuenca como instrumento de gestión ambiental.

Para llegar a formular un Plan de Manejo se debe establecer un mecanismo metodológico sistemático que, de manera lógica e integral, cubra todos los aspectos necesarios que los riesgos ambientales exigen.

Debido a la complejidad que representa un espacio geográfico tan amplio y heterogéneo, como es una cuenca, que cubre una amplia gama de condiciones ambientales, se hace necesario zonificar o estratificar la unidad espacial, a efectos de facilitar el tratamiento de la problemática en las áreas críticas.

Si bien se ha puntualizado que el manejo de cuencas debe ser integral; para emprender acciones es necesario definir zonas de ejecución prioritaria, así como subproyectos relacionados con los objetivos básicos previstos de tal forma que la información que se expone en este documento, como resultado de experiencias prácticas, se circunscribe a cuencas hidroenergéticas de alta montaña y dentro de ellas a las áreas superiores, en las cuales se asienta la población más deprimida de la región y se constata una pobreza crítica, que presiona sobre su único recurso para sobrevivir, el suelo, degradándolo, erosionándolo y en consecuencia, contradictoriamente con su máximo interés, perdiéndolo.

## ***Marco legal e institucional***

### **Marco general**

Entre las funciones asignadas a INECEL está la de inventariar los recursos energéticos nacionales para fines de producción de energía eléctrica.

INECEL como institución tiene gran importancia en la utilización de los recursos naturales renovables, ya que una de sus más relevantes fuentes energéticas es la hidráulica, a través de centrales hidroeléctricas, cuya esfera de influencia es enorme en los cursos de agua donde son instalados, desde la etapa de su construcción hasta la puesta en marcha y durante su operación.

La acelerada erosión edáfica, producto del mal uso del suelo y de una incontrolada deforestación, origina arrastre de sólidos que ocasionan graves problemas de sedimentación e impiden una adecuada ejecución de importantes proyectos de desarrollo.

La contaminación que sufren los recursos naturales, especialmente el agua, el suelo y el aire, origina un decremento en el uso de los mismos, modificando los ecosistemas.

El deterioro de las cuencas hidrográficas ocasionan efectos negativos en la calidad de vida y en los niveles de ingreso, producción y productividad.

Por lo expuesto, debe ser preocupación del Gobierno Nacional adoptar las medidas más convenientes tendentes a impedir el continuo deterioro de las cuencas hidrográficas, la destrucción de los ecosistemas, la contaminación ambiental creciente, la galopante erosión y otras situaciones igualmente negativas.

Asimismo, es necesario establecer una coordinación entre los diferentes organismos del Estado tendentes a la mejor protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas.

Con esta finalidad mediante Decreto Ejecutivo No. 1 111 del 82-08-20 se creó la Comisión Nacional Permanente para la Protección y Manejo de Cuencas Hidrográficas, CONAPCHID, bajo cuyo marco legal INECEL ha participado en estudios y ejecución de acciones de manejo en las cuencas de interés eléctrico, denominadas hidroenergéticas.

El marco legal propuesto por esta Comisión es:

- Asesorar a los diferentes organismos del Estado en relación a la protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas, así como a las entidades que lo soliciten.
- Coordinar entre los diferentes organismos del Estado para la mejor protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas.
- Someter a consideración de los organismos competentes, los estudios, planes, programas, proyectos y sugerencias vinculadas con esta materia.
- Adoptar las medidas tendentes a obtener una mejor protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas, y que por ley no correspondan a otros organismos.

Igualmente, con la misma finalidad, puede designar las comisiones temporales que crea conveniente, a fin de, entre otras disposiciones:

- Definir las políticas de manejo, conservación, protección y recuperación de los recursos naturales renovables de las cuencas hidrográficas.

“Las comisiones temporales para el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas serán designadas por la Comisión Nacional, la misma que les fijará áreas y campos de acción específicos”.

Dentro de este contexto se conformaron los proyectos de Manejo y Conservación de las cuencas de los ríos, primero Paute y luego Pastaza, que finalmente los impulsa INECEL, una vez que la CONAPCHID, dejó de intervenir activamente en este campo.

A partir de la conformación de la Comisión Asesora Ambiental, CAAM, se enfatiza la necesidad urgente de establecer una política sobre la institucionalidad ambiental, lograr el fortalecimiento de las unidades ambientales de las entidades públicas y privadas y promover mecanismos para mejorar la coordinación entre ellas y con las organizaciones de la sociedad civil.

Las políticas ambientales básicas específicas complementan a las políticas ambientales básicas generales promulgadas mediante Decreto Ejecutivo 1802, expedido el 1<sup>er</sup> de junio de 1994. Ambas conforman el marco básico en el cual se asentará la gestión ambiental en Ecuador.

Los aspectos que se consideran necesarios para conformar este marco, publicados por la CAAM, y que también constituyen guía legal e institucional, dentro de la cual se genera la acción ambiental de INECEL, son:

- Ordenamiento legal y normativo.
- Institucionalidad ambiental
- Política económica y el ambiente.

A continuación se transcriben párrafos relevantes, que constan en el Plan Ambiental Ecuatoriano, PAE, publicado por la CAAM.

Las políticas para el ordenamiento legal y normativo podrían sintetizarse en:

- Evaluaciones realizadas sobre la disponibilidad de normas para la gestión ambiental en Ecuador, como parte de la gestión de desarrollo sustentable, que son recogidas en los “Principios Básicos para la Gestión Ambiental” (diciembre de 1993) y en las “Políticas Básicas

Ambientales de Ecuador" (Decreto 1802 de junio de 1994), indican que en el país existen suficientes leyes que permitirían una gestión ambiental óptima.

- Lo anterior reconoce también que se requiere de ordenamientos que den coherencia a varias disposiciones, así como de regulaciones y normas complementarias y de una sistematización general.
- Las reformas a la Constitución en materia ambiental y de desarrollo sustentable, servirán de "paraguas" para proponer las distintas políticas para el ordenamiento legal y normativo.
- Asuntos de ordenamiento institucional pero bajo el criterio que "la responsabilidad de la gestión ambiental corresponde a cada quien, que nadie puede sustituir" y que "cada acción por parte de cada quien, en cada instante, debe ser simultáneamente socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable".
- El conocimiento de la existencia y ejercicio del cumplimiento de las disposiciones y normas legales ambientales deberá ser parte obligada de:
  - \* Educación formal e informal
  - \* Comunicación a través de todos los medios.
  - \* Ejecución de cualquier programa o proyecto de desarrollo.

A continuación se extractan párrafos importantes sobre políticas de institucionalidad ambiental que constan en el Decreto 1802.

- ... "Mediante la coordinación a cargo de la Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM), a fin de asegurar la debida coherencia nacional, las entidades del sector público y del sector privado en Ecuador, sin perjuicio de que cada una deberá atender

el área específica que le corresponde, contribuirán, dentro del marco de las presentes políticas a identificar, para cada caso, las políticas y estrategias específicas, las orientaciones y guías necesarias a fin de asegurar por parte de todos una adecuada gestión ambiental permanentemente dirigida a alcanzar el desarrollo sustentable, así como colaborarán en los aspectos necesarios para lograr que cada habitante de Ecuador adecue su conducta a este propósito".

- ... "Las consideraciones ambientales deben estar presentes, explícitamente en todas las actividades humanas y en cada campo de actuación de las entidades públicas y privadas, particularmente como parte obligatoria e indisoluble de la toma de decisiones; por lo tanto, lo ambiental no deberá ser considerado en ningún caso como un sector independiente y separado de las consideraciones sociales, económicas, políticas, culturales, y en general de cualquier orden".
- ... "El Estado Ecuatoriano asignará la más alta prioridad, como medios para la gestión ambiental a la educación y capacitación ambientales, como partes integradas a todas las fases, modalidades y asignaturas de la educación formal e informal".
- ... "El Estado Ecuatoriano establece como instrumento obligatorio previamente a la realización de actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, la preparación por parte de los interesados a efectuar estas actividades, de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del respectivo Programa de Mitigación Ambiental (PMA) y la presentación de éstos junto a solicitudes de autorización ante las autoridades competentes, las cuales tienen la obligación de decidir al respecto y de controlar el cumplimiento de lo estipulado en dichos estudios y programas a fin de prevenir la degradación y la contaminación, asegurando, además la gestión ambiental adecuada y sostenible. El estudio de Impacto Ambiental y el Programa de Mitigación Ambiental deberán ba-

sarse en el principio de lograr el nivel de actuación más adecuado al respectivo espacio o recurso a proteger, a través de la acción más eficaz”.

### **Marco Específico**

Como es conocido, la temática de manejo de cuencas es interdisciplinaria e inster institucional; por ello para llevar adelante los estudios y la ejecución de acciones en la cuenca del Paute, se suscribió un convenio “Paraguas”, entre el MAG e INECEL, como marco legal que permitió impulsar la gestión propuesta. En la cuenca alta del río Pastaza la reglamentación legal la constituye el estatuto mismo del “Organismo Ejecutor”, Fundación Pastaza, persona jurídica, de derecho privado, aprobada mediante acuerdo ministerial del MAG, No. 290 del 29 de julio de 1994, que coordina actividades con el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre, INEFAN, como antes lo hizo UMASE-INECEL con la Subsecretaría Nacional Forestal y de Recursos Naturales Renovables del MAG.

En la constitución estatutaria de la Fundación Pastaza constan los siguientes objetivos principales que le enmarcan técnica y legalmente con INEFAN y son:

- a) Coordinar con el INEFAN las actividades encaminadas a la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y potencial hídrico de la cuenca del río Pastaza, controlando la tasa de erosión de los suelos y elevando el nivel de vida de sus habitantes;
- b) Priorizar, patrocinar y establecer términos de referencia para estudios de manejo de suelos, agua y vegetación; e impulsar la ejecución de planes, programas y proyectos como:
  - Ordenar el uso del suelo de la cuenca, según clases agrológicas para el establecimiento de áreas forestales, agroforestales y agrícolas.
  - Implementar la ejecución de prácticas de conservación de suelos de laderas, mediante téc-

nicas conocidas de conservación y plantación de cultivos adecuados.

- Enseñar a las familias a conservar, fomentar y usar adecuadamente los recursos disponibles para mejorar su nivel de vida.
- Adiestrar y cambiar procedimientos agrícolas inadecuados; rescatando prácticas tradicionales con éxito o cambiando a técnicas modernas mejoradas.
- Aumentar la capacidad de producción existente para procesar y comercializar los productos de la zona.
- Establecer nuevas áreas forestales con miras a su posterior aprovechamiento racionalizado.
- Manejar y aprovechar racionalmente los bosques existentes.
- Mejorar los sistemas de enseñanza para que respondan a las necesidades ecológicas de la zona.
- Capacitar a los habitantes para que sean agentes de su propio desarrollo.
- Coordinar con las instituciones de servicios para capacitar conjuntamente a los beneficiarios y comunidades en programas de nutrición y prevención de enfermedades.
- Recuperar zonas de cangaguas para incorporarlas a la producción agroforestal.
- Capacitar a las comunidades en el manejo racional del agua de riego.

Se observa claramente el parangón que existe entre la normatividad general y la particular, la misma que se está aplicando durante el desarrollo de las acciones previstas en la cuenca alta del río Pastaza.

## ***Situación actual de las cuencas hidroenergéticas en el país***

Las cuencas hidrográficas del país son 31, de las cuales 21 drenan al Pacífico y 10 pertenecen a la vertiente del Amazonas; clasificación realizada por INERHI (Figura 1), que consta como sistemas hidrográficos, dentro del Plan Nacional Hidráulico. La lista de las mismas es:

### **- Vertiente del Pacífico**

1. Mataje
2. Mira-San Juan
3. Carchi
4. Verde
5. Cayapas
6. Muisne
7. Cojimíes
8. Esmeraldas
9. Jama
10. Chone
11. Portoviejo
12. Jipijapa
13. Guayas
14. Zapotal
15. Taura
16. Cañar
17. Balao
18. Jubones
19. Arenillas-Zarumilla
20. Puyango-Túmbez
21. Catamayo-Chira

### **- Vertiente del Amazonas**

22. San Miguel-Putumayo
23. Aguarico
24. Napo
25. Curaray
26. Pastaza
27. Tigre
28. Santiago
29. Morona
30. Mayo-Chinchipec
31. Cenepa

Las principales cuencas hidroenergéticas consideradas por INECEL y que constituyen subcuencas altas de los sistemas hídricos, en orden de importancia energética, vinculada paralelamente al desarrollo del Plan Maestro de Electrificación son: Paute, Pastaza, Toachi-Pilatón, Quijos-Coca, Zamora, Guayllabamba, Daule-Peripa.

A continuación, un resumen relacionado con los estudios formulados para llevar a cabo acciones de manejo y conservación en las cuencas de los ríos Paute y Pastaza, actualmente las mayores generadoras de hidroelectricidad, aproximadamente 53% de consumo eléctrico a nivel nacional.

La siguiente información consta en el resumen "Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca del Río Paute", marzo de 1991 y en el resumen ejecutivo "Estudios de Manejo en la Cuenca Alta del Río Pastaza", de marzo de 1993.

Las actividades contempladas en los estudios, tanto de Paute, a través de financiamiento del BID y contraparte del Gobierno Nacional; como del Pastaza, por medio de donación no reembolsable de Suecia, por ende en pequeña escala, a manera de Plan Puente, contando con INECEL como contraparte; se encuentran en ejecución. Las primeras acciones indicadas en Paute concluirán a fines de 1996 y las segundas, a través del denominado Plan Puente 2, también en ejecución, terminarán a comienzos de 1997.

Por lo tanto, los planes y programas que se elaboren para acceder a financiamiento de proyectos de manejo y conservación, que permitan continuar las acciones indicadas, dando seguimiento a los mismos y escalando su realización, con el fin de cubrir toda la cuenca hidrográfica (Paute y Pastaza) contarán con metas concretas, producto de la experiencia alcanzada durante el proceso de realización de cada componente del Proyecto.

Con el objetivo de informar sobre el alcance previsto, tiempo y costo referencial que representa implementar un plan de manejo, los datos que se presentan a continuación, tienen una relación directa entre estudios y ejecución.

## Cuenca hidrográfica del proyecto Paute

Considerada desde la presa Ing. Daniel Palacios de la central hidroeléctrica, hacia aguas arriba, Cuenta con 1 075 000 kw de potencia instalada.

### Superficie

- Superficie total de la cuenca: 5 186 km<sup>2</sup>.

Superficie bruta de las subcuencas seleccionadas:

Burgay: 45 500 ha  
 Jadán: 33 800 ha  
 Gualaceo: 99 100 ha

Suma: 178 400 ha

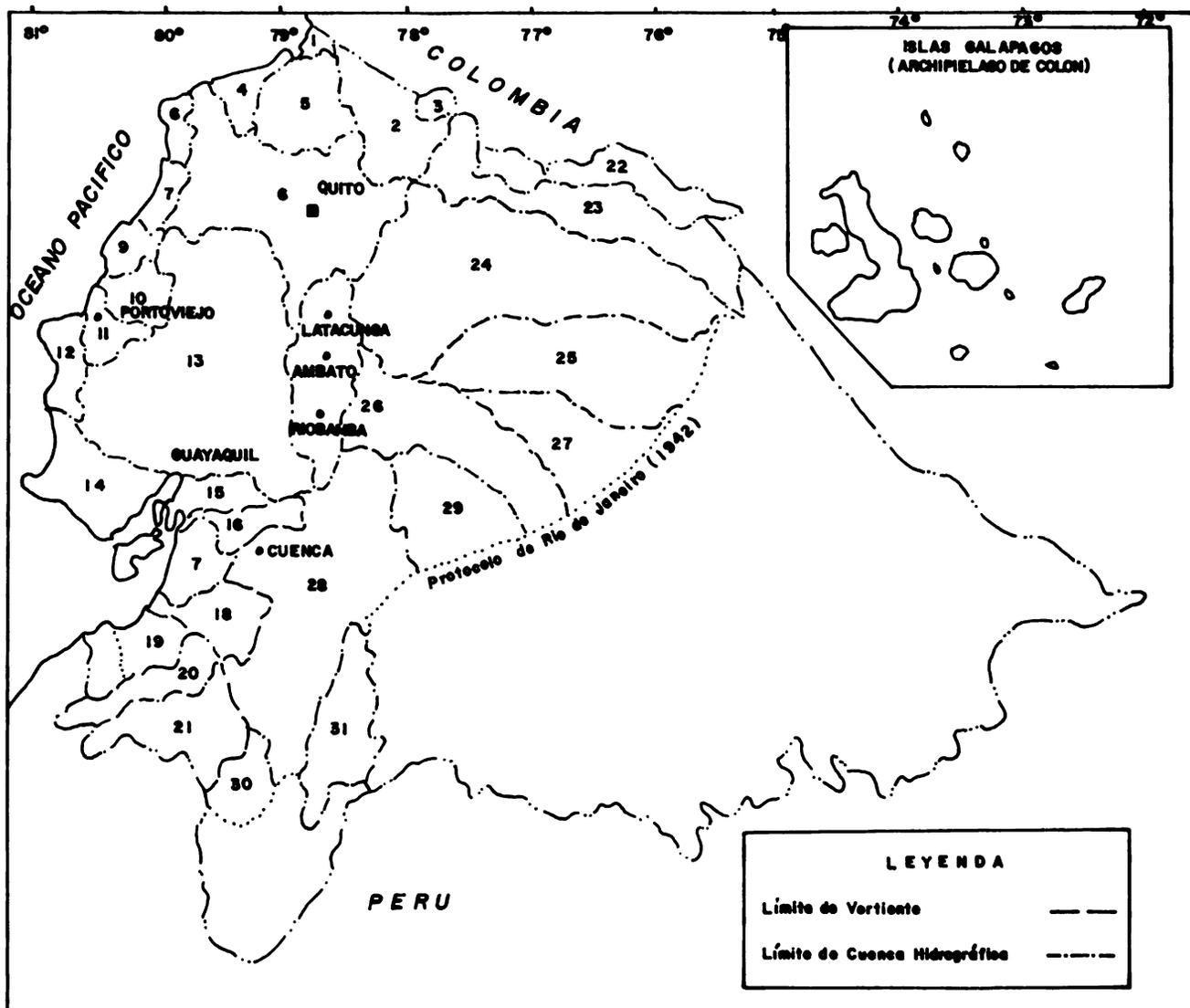


Figura 1. Sistemas hidrográficos

## *Objetivos*

Los objetivos del Proyecto consisten en:

- Iniciar el manejo y conservación de los recursos naturales renovables de la cuenca media del río Paute, mediante el establecimiento de sistemas productivos y de protección apropiados.
- Contribuir y mantener la vida útil del embalse Amaluza, mediante la reducción de tasa de erosión, lo que significa proteger las inversiones realizadas y las que se efectuarán en el complejo hidroeléctrico Paute y en los demás aprovechamientos identificados.
- Obtener información técnica y socioeconómica que facilite preparar programas de inversión similares para el resto de la cuenca y otras áreas del país.
- Desarrollar una estructura institucional legal que permita la utilización de los recursos renovables en forma racional.

## *Componentes*

El manejo integral de los recursos naturales de una cuenca hidroeléctrica es complejo, con interrelaciones difíciles de armonizar; sin embargo, la integración de actividades individuales (energía, agricultura, recursos naturales, etc.), es la mejor alternativa y con posibilidades de éxito para alcanzar los objetivos propuestos.

- Componente de Producción Agropecuaria y Forestal.

Consiste en la implementación de sistemas agroforestales en aproximadamente 22 600 ha mediante la introducción de prácticas adecuadas de conservación de suelos, mejoramiento de la producción agrícola, establecimiento de pastos mejorados y plantaciones agroforestales, y de aproximadamente 3 400 ha de plantaciones forestales. La base de la implantación de este componente

está en las actividades de extensión e investigación necesarias.

- Componente de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Renovables.

Incluye el manejo de bosques y vegetación protectora que cubren 203 000 ha, el establecimiento y manejo de zonas de exclusión en aproximadamente 2 300 ha degradadas e improductivas, y la construcción de pequeñas obras civiles.

- Componente de Manejo de Sedimentos.

Consiste en la realización de los estudios para la segunda etapa del dragado del embalse Amaluza.

- Componente de Dirección, Seguimiento y Evaluación.

Incluye estudios y otras actividades para el establecimiento de sistemas e instalación de equipos para la recolección de datos, monitoreo, evaluación y planificación de la expansión del manejo del área del Proyecto.

## *Tiempo*

Se estimó en los estudios un tiempo de ejecución de "aproximadamente cinco años".

## *Costo y Financiamiento*

El financiamiento total del Proyecto se ha estimado en US\$ 21 267 000, de los cuales 14,5 millones se financian con préstamo del BID, US\$ 6 367 000 como aporte local y US\$ 400 000 mediante un Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable que permitirá el fortalecimiento de la capacidad técnica e Institucional de la Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute, y de las entidades que intervengan en la ejecución del Proyecto.

## Cuenca hidrográfica del proyecto Pastaza

Considerada desde la presa de la central Dr. Jaime Roldós Aguilera (Agoyán), hacia aguas arriba, cuenta con 156 000 kw de potencia instalada (Figura 2).

### Superficie

- Superficie total de la cuenca: 8 250 km<sup>2</sup>.

Superficie bruta de las subcuencas seleccionadas:

Zona Alta Subpr. Forestal:	6 000 ha
Cutuchi Bajo:	28.040 ha
Ambato Medio:	21.050 ha
Guano:	<u>27.800 ha</u>
<b>Total:</b>	<b>82.890 ha</b>

### Objetivos

Los objetivos fundamentales, desde el punto de vista institucional, para la realización del estudio y la introducción de medidas de conservación en la cuenca del Pastaza, son los siguientes:

- Reducir el aporte de sedimentos hacia el río Pastaza, con el fin de garantizar la vida útil de los proyectos hidroeléctricos Agoyán y Pisayambo (69 000 kw de potencia instalada).
- Lograr el aprovechamiento y conservación adecuados de los recursos naturales renovables.
- Procurar una producción y rentabilidad sustentable con el menor costo ecológico posible, considerando los aspectos socio-económicos, técnicos, institucionales y ambientales.
- Dar énfasis en el control de la erosión, sedimentación y demás causantes de la alteración en los ecosistemas y recursos naturales.
- Formular planes, programas y proyectos, en las áreas de interés para controlar la erosión y

establecer medidas de conservación de suelos, con el fin de mejorar la productividad y la calidad de vida de la población.

### Componentes

Como síntesis global para lograr los objetivos presentados anteriormente y por otra parte aprovechar las potencialidades físicas y biológicas de la región, se han propuesto los siguientes componentes o subproyectos.

- Manejo sostenido de suelos.
- Extensión y capacitación.
- Desarrollo forestal comunitario.
- Desarrollo forestal a nivel comercial.
- Programas de apoyo a la producción.
- Mejoramiento y mantenimiento de infraestructura.
- Sistemas de riego.
- Concientización y educación ambiental.

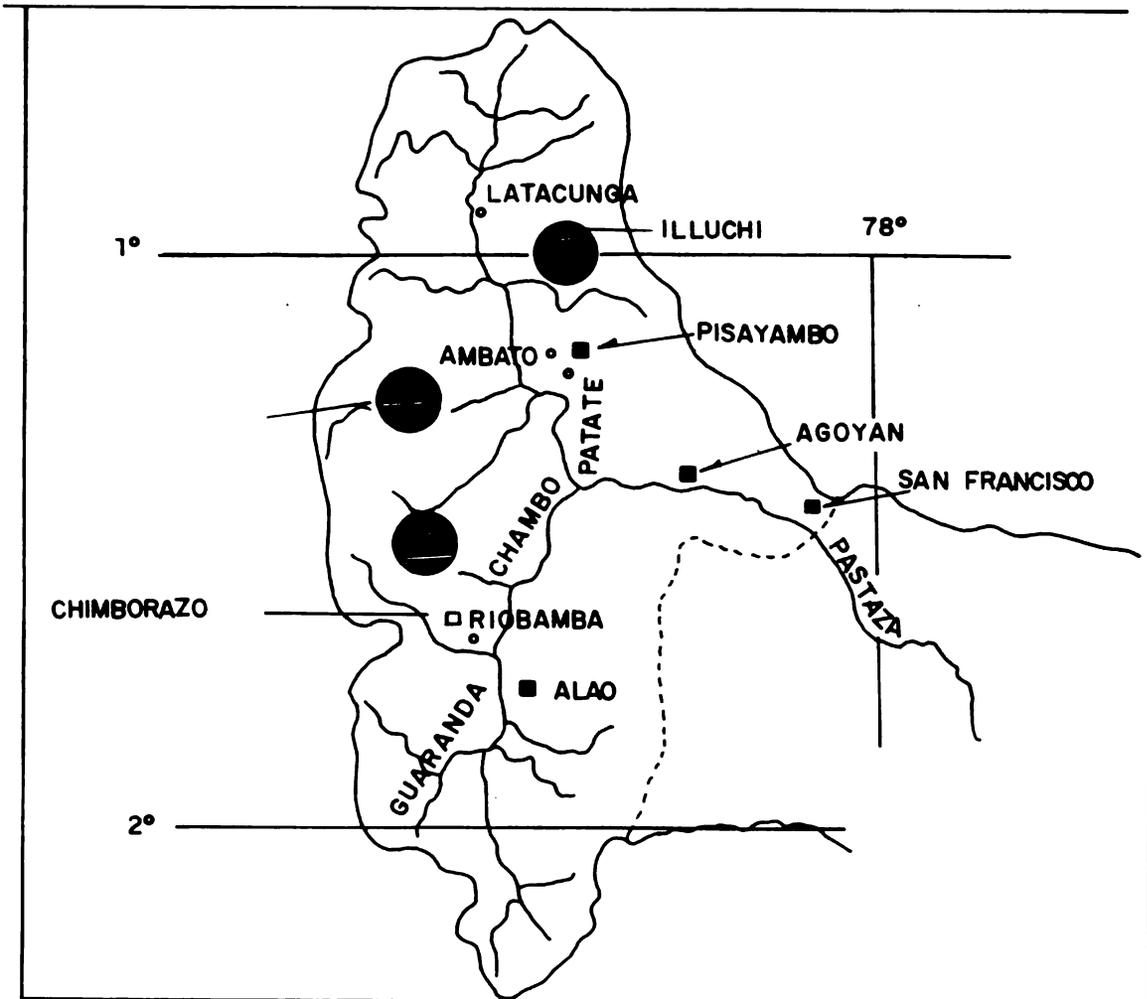
El proyecto formula una propuesta detallada para cada uno de estos componentes, incluyendo objetivos específicos, metas, plan de ejecución, plan operativo, necesidad de recursos y costos.

- Manejo sostenido de suelos.

Beneficiará aproximadamente a 1 700 familias durante los primeros ocho años.

- Forestal comunitario y a gran escala.

Creación de subsidios forestales a manera de: instalación de 11 viveros comunales, instalación de un vivero central, provisión de plantas y herramientas, crédito para la plantación de 450 ha de bosques comunales, crédito a corto plazo para 1 700 agricultores, crédito para 12 miniproyectos



**Figura 2. Ubicación del Proyecto**

productivos a nivel comunitario; plantaciones en bloque de 6 000 ha, aproximadamente.

- Capacitación y extensión.

Se ofrecerá en dos modalidades: en el centro de capacitación previsto se adiestrará a 6 202 agricultores, 94 extensionistas y 205 profesores y técnicos. En el campo se capacitará a 9 730 agricultores.

Se estima que el total de personas capacitadas en ocho años, ascenderá a 16 029.

- Apoyo a la producción

Se fomentará la instalación de: una quesera rural, una carpintería de banco y un estanque piscícola; además de la implementación de un subprograma para desarrollar pie de crías mejoradas de animales menores, especialmente.

- Obras físicas e infraestructura.

Se llevará a cabo:

Control de cárcavas; apertura de 2 500 m de zanjas de protección y construcción de muros de gaviones.

Se equipará a las comunidades con herramientas básicas y se dotará de árboles, grama, etc, para protección y mantenimiento de caminos comunales exclusivamente.

- Riego

Se dotará de sistema de riego por aspersión a 400 ha, que incluyen: estructuras de captación, desarenadores, conducción y redes e instalación de aspersores y mangueras.

Construcción de cuatro reservorios.

- Educación ambiental

A fin de alcanzar las metas propuestas se realizarán las siguientes acciones: entrega de equipo y

material didáctico para escuelas, capacitación a 80 maestros y estudiantes, así como a directores provinciales de educación de las tres provincias: Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

- Estudios especiales e investigaciones

Se realizarán investigaciones y estudios relacionados con: riego, escorrentía de las microcuencas, fuente de sedimentos, monitoreo ambiental, etc., utilizando imágenes de satélite, especialmente.

Adicionalmente se llevará a cabo el control y seguimiento de los programas de proyectos de producción familiar, autogestión, análisis de suelos, edición de videos, producción de material didáctico y para espacios de radio y televisión.

- Reducción y control de la erosión.

La meta propuesta en este componente es disminuir la erosión estimada en 80 t/ha/año a 20 t/ha/año. Esta información se verificará a través del proceso de investigación y monitoreo que se ejecuta por medio de la red hidrometeorológica y de escorrentía instalada en las tres subcuencas seleccionadas.

Generación de empleo permanente.

Se contará con oficinas centrales y de coordinaciones: 95 puestos de trabajo entre técnicos, apoyo y obreros. El Subproyecto Forestal se estima generaría 230 plazas de trabajo por año, y en cuanto a empleos agrícolas permanentes, el cálculo arroja aproximadamente 200 000 jornales al año.

### *Tiempo*

El financiamiento del proyecto está previsto para los primeros cinco años, sin embargo, este no debería terminar antes de ocho años, tiempo estimado para finalizar el trabajo con las comunidades y al cabo del cual se espera que éstas hayan asimilado las tecnologías propuestas.

### *Costo y Financiamiento*

Los costos totales del proyecto, incluyendo imprevistos, han sido calculados en dólares US\$ 18,31 millones, sin el subproyecto forestal y 19,25 millones incluyéndolo, para el período del financiamiento que sería de cinco años.

Los retornos financieros del proyecto serán destinados a cuatro grupos de beneficiarios:

- Las familias campesinas que participen en el subproyecto de manejo sostenido del suelo.
- Las comunidades en el área del proyecto a través de su participación en los diferentes subproyectos.
- Los grandes y medianos propietarios beneficiarios de la implantación del subproyecto forestal en gran escala.
- La Fundación Pastaza.

### *Experiencias específicas en las cuencas más importantes*

Como se indicó, las cuencas hidroenergéticas más importantes del país son Paute y Pastaza, las cuales dejan experiencias fundamentales relacionadas con su manejo, puesto que constituyen validación autóctona de principios y teorías expuestas en los estudios, la misma que permite sacar conclusiones y recomendaciones prácticas, positivas y/o negativas que sustenten ampliar el campo de acción en las citadas cuencas y en aquéllas, también identificadas como prioritarias, donde deban interactuar entes públicos y privados.

Paute, dejará importantes resultados; indicios de ello es el informe presentado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, que en su informe preparado para el Gobierno de Ecuador (Roma 1996) "Resultados y Recomendaciones del Proyecto" seña-

la que "La Unidad de Manejo de la Cuenca del Paute, UMACPA, ha logrado incrementar en forma significativa su nivel de actuación en cada uno de sus componentes. En una evaluación efectuada con el BID se pudo apreciar el incremento real de los resultados obtenidos a partir de la temporada 1993-1994".

El Plan Puente del Proyecto de Conservación de la Cuenca del Pastaza, que promueve INECEL, se llevó a cabo entre septiembre de 1993 y octubre de 1995, período durante el cual se desarrollaron modelos tecnológicos propuestos en el estudio de factibilidad de la indicada cuenca, cuyos objetivos y metas son los señalados en el numeral anterior de este documento, y actualmente se continúa implementándolos por medio del Plan Puente 2.

La Fundación Pastaza está conformada con la participación de los consejos provinciales de Tungurahua, Cotopaxi, INECEL, Diócesis de Latacunga, municipalidad de Salcedo, centros agrícolas y comunidades campesinas de la zona, cuyos objetivos son desarrollar los modelos de soluciones de los subproyectos que conforman el Estudio: manejo sostenido de suelos, desarrollo forestal, mejoramiento de infraestructura, capacitación y fortalecimiento de la capacidad económica de los campesinos en la planificación y utilización de recursos en forma económica y sustentable, lo cual permitirá detener el proceso de erosión y elevar el nivel de vida de la población campesina, provocados por la falta de prácticas de conservación, la pérdida progresiva de fertilidad de suelo, falta de producción diversificada, la ausencia de programas de educación y manejo ambiental. La planificación, toma de decisiones y ejecución de las obras seleccionadas se realizan en forma conjunta entre técnicos y campesinos, aportando los primeros con directrices tecnológicas e incentivos económicos y los segundos con sus tierras y mano de obra a través del sistema de "prestamano" (mingas).

Con este fin, se seleccionaron 12 comunidades, cuatro por subcuenca, que incluyeron como meta en los dos años de ejecución del Plan Puente, 166

fincas integradas, 95 hectáreas de forestación comunitaria, 12 ensayos de especies exóticas en parcelas experimentales, tres viveros comunitarios y cinco escolares, con objetivos de capacitación y educación, demostraciones de riego, control de cárcavas y mantenimiento de caminos vecinales comunitarios, construcción de treas estaciones climatológicas completas, dos hidrológicas y tres de escorrentía para la determinación de la pérdida de suelo y la optimización de las prácticas conservacionistas, monitoreo de calidad de agua, a través de análisis físico-químico y bacteriológico y el estudio de la tectónica de la región mediante la utilización de imágenes satelitarias, capacitación y educación ambiental, a las cuales se ha dado prioridad absoluta, que se refleja en la realización de 61 cursos de capacitación, 33 giras de campo, y coordinación de programas de educación ambiental, involucrando a 14 escuelas rurales, con la coparticipación de directores provinciales, profesores, padres de familia y desde luego, alumnos.

Estableciendo comparación entre la metodología teórica expuesta y las acciones prácticas ejecutadas, se concluye que existe estrecha relación, destacando el cumplimiento y la superación de metas; resultados que posibilitan ajustar las mismas en planificaciones futuras.

Adicionalmente, como conclusión global se debe emprender un proceso que conduzca a una socie-

dad nueva, con conciencias abiertas, generando mecanismos de intervención del medio, donde se mantenga una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, que considere las diferencias en magnitudes, en contexto social, en calidades de vida y de bienestar social de los países de América Latina. Más que proponer metas técnicas y productivas, deben plantearse metas sociales a través de llevar un proceso educativo con carácter participativo y democrático en la comunicación dialógica y en la promoción de la autogestión, que encamine hacia la libertad, la justicia y la esperanza como bases de esa sociedad más equitativa.

El fundamento filosófico que conlleve a una integración armónica entre el hombre y el medio, debe sustentarse, como ya se ha puntualizado, en políticas de manejo integral, tendentes a objetivos específicos para mejorar el nivel de vida de la población organizada y controlar la erosión.

### ***Bibliografía***

El presente trabajo está basado en documentos y publicaciones realizadas por organismos nacionales e internacionales como: BID, CAAM, CONAPCHID, CONADE, FAO, MAG, IICA, INECEL, INEFAN, INERHI, JUNAC, MEM, OEA, PNUD, SWEDFOREST DE SUECIA.

# EXPERIENCIAS EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO PAUTE

Eugenio Chininin S. \* e Ivan Cordero D. \*\*

\* Ing. M. Sc. Jefe Forestal

\*\* Jefe de Programación y Control

Instituto Ecuatoriano de Electrificación - INECEL

Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Paute - UMACPA

## Resumen

*El manejo de la cuenca del río Paute resulta ser muy complejo tanto, por sus características físicas, socioeconómicas, culturales y otras; sin embargo, desde 1990 el concurso y el esfuerzo de 170 personas ha permitido que se cumpla en su mayoría las metas propuestas, que consiste en: El programa agroforestal ha realizado un manejo de suelos con obras de conservación y plantación forestal asociada con cultivos agrícolas, en 8 000 ha con 9 000 beneficiarios a través de convenios denominados de gastos compartidos. El programa forestal ha reforestado 4 042 ha, con la participación de 1 207 beneficiarios campesinos. Así mismo, el manejo de las 19 ha de bosque y vegetación protectoras (204 983 ha), declaradas con esta categoría para una mejor administración y control de los recursos naturales existentes en ellas, paralelamente se a delimitado y amojonado siete de ellas, además, como parte para gestión de la continuidad se ha elaborado los planes de manejo de estas áreas. En obras civiles se han construido 1 660 m de muros de encauzamiento en los ríos, 93 diques de gaviones y 85 diques de doble pantalla. Se ha efectuado una serie de estudios, a través de consultorías individuales, sobre diferentes temas. Se ha dado mucho énfasis a la capacitación campesina, mediante la realización de 850 eventos, con la participación de 24 000 campesinos. En el campo de la difusión se ha trabajado en la elaboración y publicación de: folletos, afiches, plegables y en la transmisión de cuñas radiales. Con el desarrollo de estas acciones, se estima un logro atribuible al proyecto en la detención de la erosión equivalente a 24.5 t/ha intervenida, lo cual daría un gran total de 1 418 276 t retenidas de suelo, en las áreas tratadas por los programas Agroforestal y Forestal.*

## Introducción

El Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, considerando la importancia que representa el manejo de la Cuenca del Río Paute, en la cual se encuentra la Central Hidroeléctrica Paute, la más grande e importante de Ecuador, la cual genera un total de 1 025 MW en las fases A, B y C; que representa 90% del total de la energía hidroeléctrica nacional y 65% de la energía eléctrica que produce el país, esto hace mayor el interés y preocupación por el manejo de la cuenca de este río, además, por considerar que está prescrito la ejecución del proyecto Mazar y el proyecto Sopladora para generar un adicional de 180 MW y 400 MW,

respectivamente. INECEL se vio obligado a participar en forma directa en los trabajos de manejo y conservación de los recursos naturales de esta cuenca, a través de la Unidad de Manejo y Conservación de la Cuenca del Río Paute (UMACPA).

La Cuenca del Río Paute tiene un área de 519 000 ha, pertenece al sistema hidrográfico Namangoza-Santiago Marañón y se encuentra en la parte sur-oriental de Ecuador.

En la actualidad, residen en la cuenca 648 000 personas, aproximadamente, de los cuales 45% son población urbana (Cuenca y Azogues) y 55% corresponde a población rural, existiendo en esta

última una fuerte migración hacia los centros poblados del país, al exterior, especialmente a los EE.UU y Canadá.

Los procesos erosivos son en su mayor parte consecuencia de la histórica ocupación desordenada del espacio y del manejo inadecuado de los recursos naturales renovables, los cuales se reflejan en la disminución de la superficie de bosques y vegetación natural, en las áreas de las laderas de la cuenca, sobre la cuales la población rural hace presión generado la formación de minifundios, en éstos se realizan cultivos anuales utilizando prácticas inapropiadas

El proyecto piloto Paute se desarrolla con base en los objetivos: manejo y conservación de los recursos naturales renovables de la cuenca del río Paute, mediante el establecimiento de sistemas productivos y de protección apropiados; contribuir a mantener la vida útil del proyecto hidroeléctrico Paute; obtener información técnica y socio-económica que permite expandirla en otras cuencas y desarrollar una estructura institucional y legal para el buen uso de los recursos renovables.

### ***Componente agroforestal***

El componente agroforestal representa 43% del proyecto UMACPA, de acuerdo al costo de inversión, dentro de este componente se incluye:

- El servicio de extensión rural para desarrollar nuevos sistemas sostenibles de producción agropecuaria y forestal, de conservación de suelos, recursos naturales y afines.
- Desarrollo y aprovechamiento silvopastoril que se lo practica en predios menores a 10 ha en una superficie de 2 800 ha.
- Establecimiento de sistemas de producción agroforestal en la Cuenca Media, a través de fincas de gastos compartidos, en una superficie de 8 000 ha y con la participación de 9 000 beneficiarios.

- Para demostrar a los campesinos las técnicas alternativas que se debe adoptar para la conservación de suelos, se ha implementado 160 parcelas demostrativas ubicadas en sitios estratégicos y específicamente en el área con mayor índice de degradación de la cuenca.

### ***Componente forestal***

Las actividades que este proyecto realiza, en la cuenca hidrográfica del río Paute, están en función de la cantidad y calidad de los recursos que en ella existen, los resultados dependen de la vocación, potencialidad y aceptación de los beneficiarios, con base en esto se establecen los diagnósticos y metas para se incorporan al sistema de producción de agua y mejoramiento de vida de los campesinos. Los recursos forestales y las actividades desarrolladas para el establecimiento, manejo, protección y aprovechamiento sostenible, integra el sistema de la cuenca con sus componentes, económicos, sociales, demográficos y legales.

Con fines de producción y protección, se ha realizado plantaciones forestales en una superficie de 4 000 ha, de las cuales se ha obtenido la participación de 1 100 beneficiarios, esta actividad se viene desarrollando en las zonas denominadas de amortiguamiento de las áreas de bosque y vegetación protectora (ABVP) dentro del ámbito de la cuenca.

Adicional y paralelo a esto, se ha considerado el establecimiento de 20 viveros comunales, para la producción de plantas forestales necesarias para en la reforestación de sus propios terrenos comunitarios, contando con la debida asistencia técnica de los profesionales de la UMACPA.

### ***Componente manejo y conservación de recursos naturales renovables***

#### **Áreas protectoras**

La cuenca del río Paute abarca una superficie de 204 983 ha, conformados por 19 áreas declara-

das con una categoría de manejo "de bosque y vegetación protectora", de las cuales para establecer los límites definitivos con base en los acuerdos Ministeriales de Declaratoria Legal, en siete ABVP se ha delimitado y amojonado mediante la implantación de hitos en puntos estratégicos.

Los extensionistas forestales son los encargados de ejecutar, actividades para: el control y vigilancia, investigación silvicultural y fomento de la organización campesina, con el propósito de que ellas se integren a las actividades de protección y conservación de los recursos naturales.

### **Áreas de exclusión**

En la cuenca media del río Paute existe alrededor de 4 000 ha en proceso de erosión avanzado, con condiciones físicas y edafológicas desfavorables que únicamente favorecen y ayudan al avance del proceso de erosión y a la posterior formación de cárcavas, las mismas que producen de 80 a 360 t/ha/año de sedimentos. Este potencial de sedimentos se origina desde las áreas actualmente abandonadas, por lo cual alertan el desastroso fin de los suelos en pendientes que no recibieron prácticas agronómicas adecuadas, por lo tanto, pasan a integrarse a la calidad de áreas degradadas con muy altos volúmenes de erosión.

Los tratamientos desarrollados para recuperar las áreas degradadas consiste en; excluir el uso, cercamiento, muretes de piedra, pantallas, revegetación con especies forestales maderables y arbustivas, pastos y arbustos nativos. Como primera actividad de investigación, se han seleccionado cuatro sitios estratégicos para establecer los tratamientos de recuperación en una superficie total de 67 ha, de éstas, 16 fueron tratadas en 1990, las mismas se encuentran con muy buenos resultados. En 1985 fueron tratadas otras 50 ha, éstas presentan actualmente buen estado de recuperación.

### **Pequeñas obras civiles**

La construcción de pequeñas obras civiles, tales como: diques, muros de protección de orillas, tie-

nen la función de la estabilización de taludes y cauces, la retención de sedimentos en sitio, así como la protección de orillas de los ríos para prevenir desbordes e inundaciones. Se ha logrado la construcción de 1 660 m de muros de gaviones de encauzamiento, 93 diques de gaviones, 85 diques de doble pantalla, todas esas pequeñas obras civiles se encuentra emplazadas en la cuenca del río Paute.

Con estas obras frente a la retención de sedimentos, el aporte como efecto positivo se estima en un total de 188 596 m<sup>3</sup> de sedimentos.

### ***La investigación en las parcelas de escorrentía***

En la cuenca del río Paute, la degradación de los suelos por efecto de la erosión hídrica es muy grave. El efecto perjudicial de la precipitación es particularmente degradante en los suelos de alta pendiente, generalmente en poder de pequeños campesinos. El tamaño promedio de las parcelas es de 0,8 ha en las cuales se cultivan frecuentemente en asocio maíz con fréjol, y para la preparación de terreno lo hacen con la ayuda de tracción animal, en general la tecnología utilizada por ellos para la producción no considera ninguna actividad efectiva que impida la erosión causada por la precipitación.

La UMACPA ha desarrollado una serie de alternativas de producción y manejo de suelos cuya efectividad y conveniencia técnica y económica se han probado en las llamadas parcelas de escorrentía.

Para la investigación de la erosión laminar, en la cuenca media de río Paute, se han implementado siete parcelas de escorrentía, siguiendo la metodología de la USLE. En cada una de las parcelas de investigación se mide paralelamente la erosión causada por la precipitación, bajo diferentes condiciones del suelo: a) Sin vegetación (parcela Wischmeier); b) En condiciones como el campesino cultiva la tierra (parcela testigo); c) Con obras diversas de conservación del suelo y prácticas de cultivos (parcela experimental). Se han probado

surcos en contorno, zanjas y cunetas con pasto en el borde superior, cashiles (varios surcos de cereales) que cruzan la pendiente e incluso se ha probado plantas aromáticas y medicinales en el borde superior de las cunetas.

De los resultados obtenidos durante estos años de investigación, se pueden adelantar los resultados siguientes: El nivel de pérdida de suelos promedio en las siete parcelas experimentales es de alrededor de 40 t/ha/año, cuando el suelo es manejado con prácticas tradicionales del campesinado, en tanto que este nivel se reduce a 5 t/ha/año cuando se aplican las prácticas que recomienda la UMACPA.

### *Diferentes tipos de cobertura vegetal y su efecto en el control de la erosión*

En resumen, las acciones agrobiológicas y forestales del Proyecto, hasta el presente año, habrían controlado la erosión de un total de 1 418 276 t de suelo, como se puede observar en el cuadro.

Nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica que se habría impedido de perder en 1 418 276 t de suelo.

<b>Nutrientes</b>	<b>Contenido kg/t</b>	<b>Total kg</b>
Nitrógeno	1,5	2 127 414
Fósforo	0,3	425 483
Potasio	12,6	17 870 277
Materia orgánica	30,0	42 548 280

Fuente: Datos Comparativos 1993-1994 y 1994-1995.

### *La capacitación como eje para la ejecución de las obras de conservación de suelos*

El servicio de extensión rural es permanente, a fin de lograr la participación activa de las comunidades y campesinos en el manejo y conservación de los recursos naturales renovables, así como tam-

### **Diferentes tipos de cobertura vegetal y su efecto en el control de la erosión.**

<b>Tipo de cobertura</b>	<b>Superficie ha</b>	<b>Control de la erosión</b>	
		<b>t/ha/año</b>	<b>t/año</b>
Páramo	134 112	58	7 778 496
Bosque nublado andino	37 943	58	2 200 694
Matorral denso	37 943	58	2 200 694
Pasto natural	727	58	42 166
Plantación forestal	3 742	58	217 036
<b>Subtotal</b>	<b>214 467</b>	<b>58</b>	<b>12 439 086</b>
Control total de la erosión en cinco años=		62 195 430 t	
Control atribuible a UMACPA (2% de anterior)=		1 243 909 t	
Control por actividad agroforestal (7 117 ha. x 24,51 t)=		174 367 t	
<b>Total atribuible al proyecto de conservación=</b>		<b>1 418 276 t</b>	

bién para incrementar la producción agropecuaria y forestal, además, para la transferencia de tecnologías apropiadas al medio.

La capacitación implica poner en práctica nuevos esquemas de: organización, incentivos y de prácticas alternativas, con el propósito de ampliar la participación de los beneficiarios. Esta actividad se ha venido desarrollando a través de los extensionistas agroforestales y forestales, con apoyo de los profesionales de la UMACPA, la cual se constituye en prácticas de campo, charlas, cursillos y giras de observación con énfasis en el intercambio de experiencias entre comunidades y campesinos.

El grupo meta ha sido de 30 a 45 agricultores por evento, tomando en consideración las posibilidades didácticas y de movilización. Los temas que han tenido mayor aceptación y difusión son: conservación de suelos, manejo de instrumentos manuales de nivelación de suelos (nivel en A), poda de frutales y forestales, cultivo en curvas y plantaciones en curvas de nivel, control y prevención de plagas y enfermedades e incendios forestales, cultivo en terrazas progresivas, manejo y conservación de recursos naturales. Por lo cual, desde 1992-1996 se han efectuado 850 eventos con participación de 24 000 campesinos.

Previamente se optó por capacitar al personal técnico y a los extensionistas, tanto a nivel nacional como en el exterior, con el afán de definir y difundir las técnicas de: conservación de suelos, cultivos y plantaciones forestales. Para reforzar esta actividad se han publicado 14 folletos con un tiraje de 137 000 unidades, en lo que corresponde a afiches se diseñaron tres con un tiraje de 6 000 unidades y en forma de plegables se elaboraron nueve, con un tiraje de 29 500.

Paralelamente, se han producido 46 spots radiales, previo un análisis de sintonía, los cuales fueron transmitidos en horas de mayor audiencia en las radios locales, en un total de 45 000 spots radiales.

Con base en los resultados de las prácticas de manejo y conservación de suelos y de recursos

naturales, se han elaborado seis sonovisos y dos videos, además, se tiene 80 horas de testimonio técnico de video VHS.

## *Conclusiones*

El Proyecto Manejo y Conservación de la Cuenca del Río Paute se encuentra en la última etapa de ejecución mediante crédito del BID, el mismo que concluirá en junio de 1997, con un logro de 70% cumplimiento de sus objetivos.

El impacto del proyecto ha tenido una aceptación positiva y generalizada en el campesino beneficiario dentro de la cuenca, en consecuencia, el nivel de réplica es notorio hacia los demás y en la exigencia de la continuidad del proyecto.

Con base en los resultados obtenidos y frente a la necesidad de conservar la cuenca hidrográfica, para prolongar la vida útil del Proyecto Hidroeléctrico Paute, que actualmente está generando 65% de la producción nacional de energía eléctrica, así como también para el desarrollo sostenible del campesinado de esta cuenca, se ha optado por la elaboración del proyecto de continuidad hasta febrero de 1997, para procurar a futuro su financiamiento.

Como limitantes que han incidido directamente en la ejecución del proyecto, se señala la vigencia de una legislación incoherente para esta acción integral e interdisciplinaria, además, la limitada y a veces controvertida coordinación interinstitucional.

Por ser un proyecto piloto, el sistema de difusión ha tenido mayor consistencia en su área de acción; sin embargo, fue limitado a nivel regional y nacional.



### ***Bibliografía Revisada***

UMACPA. 1996. Datos comparativos año 1994-1995. actualización de datos físicos y socioeconómicos de los beneficiarios de las actividades del proyecto. Cuenca-Ecuador. 53 p.

UMACPA. 1996. Informes de labores abril de 1996. Estado de la ejecución de actividades hasta el 30 de abril de 1996. Cuenca-Ecuador. 44 p.

UMACPA. 1996. Plan de manejo del sistema de áreas de bosque y vegetación protectora de la río Paute. Plan estratégico. Cuenca-Ecuador. 100 p.

UMACPA. 1996. Evaluación interna. Cuenca-Ecuador. 82 p.

UMACPA. 1996. Plan de continuidad y expansión. Cuenca-Ecuador. 56 p.



