

**Manejo integrado de los recursos naturales
para agricultura de pequeña escala en la
subcuenca del río Chimbo-Ecuador:
Aprendizajes y enseñanzas**

Víctor Barrera, Jeffrey Alwang y Elena Cruz

**Quito, Ecuador
2008**

Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala en la subcuenca del río Chimbo - Ecuador: aprendizajes y enseñanzas¹

Equipo Multidisciplinario e Interinstitucional

Víctor Barrera ²	Adriana Cárdenas ⁵
Elena Cruz ²	Kelvin Cueva ⁶
Fernando Chamorro ²	Henry Fierro ⁷
Carlos Montúfar ²	Nelson Monar ⁸
Franklin Valverde ²	Alfonso Guzmán ⁹
Flor María Cárdenas ²	Sarah Hamilton ¹⁰
Luis Escudero ³	Jeffrey Alwang ¹¹
Carlos Monar ³	George Norton ¹¹
Martha González ³	Conrad Heatwole ¹¹
Eugenia Núñez ³	Brian Benham ¹¹
Moazir Céleri ³	Robert Andrade ¹²
Edwin Chela ³	William Flowers ¹³
Hernán Velásquez ⁴	

¹ Experiencias del programa "Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala con base a cuencas hidrográficas: el caso de la subcuenca del río Chimbo", financiado por el Gobierno Nacional de la República del Ecuador y el programa SANREM CRSP.

² Investigadores del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.

³ Investigadores del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Bolívar.

⁴ Responsable del Sistema de Información Geográfica Agropecuaria, SIGAGRO.

⁵ Investigadora de la Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos, ECOCIENCIA.

⁶ Investigador de la Corporación ECOPAR.

⁷ Técnico del Gobierno de la Provincia de Bolívar, GPB.

⁸ Profesor de la Universidad Estatal de Bolívar, UEB.

⁹ Técnico de la Fundación Maquita Cushunchic, MCCH.

¹⁰ Profesora e investigadora de la Universidad de Denver.

¹¹ Profesores e investigadores de la Universidad de Virginia Tech.

¹² Estudiante de maestría de la Universidad de Virginia Tech.

¹³ Profesor e investigador de la Universidad de Florida A&M.



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Econ. Walter Poveda Ricaurte
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
ACUACULTURA Y PESCA

Dr. Julio César Delgado Arce
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP



Es una institución ecuatoriana encargada de generar, validar y transferir tecnologías apropiadas, orientadas al incremento de la producción y la productividad de los sistemas de pequeños, medianos y grandes productores. Propicia el uso adecuado de los recursos suelo, agua y biodiversidad, así como la preservación del ambiente, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.



Es una instancia de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos de Norteamérica, responsable de apoyar la investigación científica en el manejo integrado de los recursos naturales a nivel mundial, de zonas que están en serios procesos de degradación ambiental. El SANREM CRSP en Ecuador -Associate (LWA) Cooperative Agreement Number EPP-A-00-04-00013-00- contribuye al manejo de los recursos naturales de la subcuenca del río Chimbo.



Es un organismo nacional responsable de fortalecer el sistema nacional de ciencia y tecnología del Ecuador, mediante la creación, conservación y manejo del conocimiento, técnicas y tecnologías para el desarrollo de capacidades y competencias humanas.

Revisión de Texto
Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP

PRIMERA EDICIÓN
Boletín Divulgativo No. 339

Fotografías
Técnicos del programa "Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala con base a cuencas hidrográficas: El caso de la subcuenca del río Chimbo".

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 1
Casilla: 17-10-340
Quito-Ecuador
Telf: 593-2-269-0691
E-mail: eesedir@plus.net.ec
Web: www.iniap-ecuador.gov.ec

SANREM CRSP
Virginia Polytechnic Institute and State University
Office of Sponsors Programs
1880 Pratt Drive, Suite 2006
Blacksburg, VA 24060
Telf: 1-540-231-6517
Fax: 1-540-231-6517
E-mail: sanrem@vt.edu

Esta obra debe citarse así:
Barrera, V.; Alwang, J. y Cruz, E. 2008. *Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala en la subcuenca del río Chimbo - Ecuador: aprendizajes y enseñanzas*. INIAP-SANREM CRSP-SENACYT. Editorial El Taller Azul. Quito, Ecuador. pp. 88

Diseño, Diagramación e Impresión
El Taller Azul. Telf: 099057577

Octubre, 2008
Quito-Ecuador

Contenido

1. Introducción	21
2. Descripción del área de influencia del programa	24
2.1 Ubicación geográfica	25
2.2 Condiciones agro-ecológicas	26
2.3 Clasificación taxonómica de los suelos en las microcuencas	27
2.4 Descripción de las condiciones socioeconómicas de la población	27
3. Enfoques de gestión del programa	30
4. Marco conceptual del programa	33
5. Metodología del programa	37
6. Resultados en el proceso del programa	40
6.1 Condiciones agro-ecológicas y sociales de la subcuenca del río Chimbo	40
6.2 Medios de vida en las microcuencas	46
6.3 Acceso al activo tierra	50
6.4 Acceso al activo agua	51
6.5 Problemas ambientales	52
6.6 Toma de decisiones y relaciones de género	55
6.7 Roles de género	57
6.8 Limitaciones para la diversificación de las estrategias de vida	58
6.9 Articulación multidisciplinaria en el proceso de manejo adaptativo	59
7. Conclusiones	66
8. Reflexiones para acciones futuras	68
Referencias bibliográficas	69

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Descripción de algunas características de la zona de estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	24
Cuadro 2.	Descripción de las órdenes de suelos de la zona de estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	27
Cuadro 3.	Número de miembros de familia y los años de estudios culminados. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	28
Cuadro 4.	Rendimientos promedios de los principales rubros agrícolas. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	41
Cuadro 5.	Ingreso total por remesas de emigrantes. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	42
Cuadro 6.	Características socio-económicas de las microcuencas en estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	43
Cuadro 7.	Fuentes de ingresos de los hogares y su distribución. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	45
Cuadro 8.	Especies de animales y plantas seleccionadas como bioindicadoras para la subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	54
Cuadro 9.	Porcentaje de participación y responsabilidad de las actividades comunes. Análisis por género. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	56
Cuadro 10.	Índice de vulnerabilidad definido para las coberturas vegetales más comunes en la subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	62

Índice de figuras

Figura 1.	Zonas con alto flujo erosivo. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	22
Figura 2.	Localización de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	25
Figura 3.	Zonas de vida de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	26
Figura 4.	Nivel educativo de la población. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	28
Figura 5.	Producción agrícola en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	30
Figura 6.	Enfoque de los Capitales de la Comunidad (Flora <i>et al.</i> , 2004b) para el desarrollo sostenible.	33
Figura 7.	Enfoque de los Medios de Vida propuestos por la DFID (Stoian, 2006).	34
Figura 8.	Vínculos micro y macro en el desarrollo rural sostenible (Stoian, 2006).	35
Figura 9.	Participación de los productores en las actividades del programa. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	36
Figura 10.	Metodología desarrollada dentro del marco del programa. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	37
Figura 11.	Proceso de socialización, negociación y participación con los productores. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	39

Figura 12.	Pobladores de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	47
Figura 13.	Pobladores de la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	48
Figura 14.	Uso del suelo en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	50
Figura 15.	Suministro de agua para el consumo familiar en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	51
Figura 16.	Participación de las mujeres y los hombres en las actividades. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	57
Figura 17.	Sistema para el monitoreo meteorológico y participación de los productores en el registro de la información. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	61
Figura 18.	Planificación participativa para la priorización de áreas vulnerables e implementación de las mejores prácticas de manejo. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	63
Figura 19.	Biodiversidad arbórea y arbustiva en zonas de recarga hídrica. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.	64

Dedicatoria

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en el cincuentenario de su fundación, por su valiosa contribución a la investigación y desarrollo tecnológico agropecuario de los sectores más vulnerables del país, con énfasis al cuidado de su seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.



Agradecimiento

El INIAP y el SANREM CRSP agradecen la colaboración de las familias de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, pertenecientes a la subcuenca del río Chimbo, quienes contribuyen con su producción agropecuaria al sustento de los pobladores de las pequeñas y grandes ciudades: aspecto que muchas veces lo realizan con recursos limitados y en zonas frágiles de montaña con dificultad de acceso.

De igual manera se agradece al Gobierno Nacional del Ecuador, que a través de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT, están contribuyendo en la gestión de este programa y en el desarrollo rural sostenible del país.

Finalmente, queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento por el apoyo incondicional a todas y cada una de las organizaciones de productores, instituciones nacionales e internacionales y actores participantes en la gestión del programa.

Presentación

Las áreas de los Andes de América del Sur tienen muchos problemas ambientales relacionados con las actividades humanas que se realizan en ecosistemas frágiles. En general, las poblaciones andinas no sólo se encuentran entre las más pobres de América del Sur, sino que también tienen un acceso limitado a infraestructura, servicios públicos y son dependientes de los servicios ecosistémicos que ofrece el capital Natural, por lo que cualquier cambio en este capital influye directamente en el bienestar de estas poblaciones. Estas zonas son ricas en biodiversidad y extremadamente vulnerables a los daños causados por la agricultura.

Los seres humanos están invadiendo cada vez más los ecosistemas frágiles en las zonas altas de las cuencas hidrográficas. Esta ampliación produce daños ambientales, perturbando zonas vírgenes, deforestando y ocasionando erosión, pérdida de biodiversidad y reducción de la disponibilidad de agua para los centros poblados. Las áreas justo debajo de las zonas altas, donde la gente vive, se caracterizan por la topografía ondulada y de pendiente pronunciada. Esta topografía y la importancia fundamental de acceso al agua de las poblaciones humanas y de animales, hacen del manejo de la cuenca hidrográfica una necesidad para solucionar los problemas ambientales.

En las soluciones a los problemas ambientales en esas áreas, no sólo figuran las habituales combinaciones de instrumentos económicos y de comando y control, como reglamentos, acuerdos, asignación de los derechos de propiedad, impuestos y subvenciones, etc., sino también identificar estrategias que contribuyan a aumentar los ingresos de las familias productoras, a través de la adopción de tecnologías amigables con el ambiente. Además, se pretende intensificar y hacer más eficiente la producción en las áreas productivas, con el propósito de minimizar la expansión de la frontera agrícola. En general, los esfuerzos por mejorar la gestión de los recursos naturales en las zonas dependientes de la agricultura, se centran principalmente en reducir el impacto ambiental *in situ* y buscar tecnologías o acciones públicas para reducir la presión sobre el ambiente.

El enfoque de cuencas hidrográficas en la gestión del capital Natural, ha sido tratado en varias situaciones en las tierras altas de América del Sur, con diversos grados de éxito, y es ahora ampliamente aceptado por los académicos como la unidad de análisis en los casos en que la calidad y la cantidad del agua es una preocupación primordial. Sin embargo, las cuencas hidrográficas requieren de amplios análisis de datos digitalizados y herramientas, además de la gestión, cooperación, competencia y el comprometimiento de los gobiernos locales, regionales y nacionales.

Las decisiones individuales productivas de las poblaciones generan impactos -externalidades positivas y negativas- sobre su bienestar y las decisiones y el bienestar social. En los hogares, la toma de decisiones es a menudo compartida por hombres y mujeres y las actividades dentro de las estrategias de vida pueden ser compartidas o diferenciadas. La preocupación por el crecimiento de los ingresos, la gestión del riesgo, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las estrategias de vida de todos los hogares influyen en estas decisiones.

Desde esta perspectiva, el propósito de este documento es describir los aprendizajes y enseñanzas de un complejo esfuerzo para la gestión de la subcuenca hidrográfica del río Chimbo en Ecuador, el mismo que cuenta con el apoyo tecnológico y financiero del Gobierno Nacional del Ecuador a través de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y la Agencia de Desarrollo de los Estados Unidos -USAID- a través del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación -SANREM CRSP-, liderado por la Universidad de Virginia Tech. Este esfuerzo continúa, pero muchas lecciones que se han aprendido señalan que la gestión de cuencas hidrográficas responde a un proceso adaptativo, participativo y de aprendizaje social permanente e innovador.

Jeffrey Alwang y Víctor Barrera

Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala en la subcuenca del río Chimbo-Ecuador: Aprendizajes y enseñanzas

1. Introducción

La subcuenca del río Chimbo abarca una parte del territorio de la provincia de Bolívar, que incluye a los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. Esta posee tres regiones ecológicas (páramo, meseta Andina y subtropical) y cuatro zonas de vida según Holdridge (1978) (bosque húmedo subtropical, montano bajo templado, templados y alpinos boreales). Proporciona entre el 30 y el 40% del total del caudal del río Guayas, el más importante sistema fluvial en el oeste de Ecuador.

De acuerdo al índice de Necesidades Básicas Insatisfechas -NBI-, en la subcuenca del río Chimbo, aproximadamente el 76% de la población es pobre y sus ingresos económicos oscilan entre 120 y 160 dólares por mes. La agricultura es la actividad predominante y más del 60% de la población económicamente activa -PEA- se dedica a ella. Esta situación define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del capital¹⁴ Natural (Figura 1), su degradación o efectos del cambio climático (Barrera *et al.*, 2005; GPB, 2004; Gallardo, 2000).

¹⁴ Recurso o activo que se invierte para crear nuevos recursos o activos (Flora *et al.*, 2004a).



Figura 1. Zonas con alto flujo erosivo. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Para minimizar el riesgo del deterioro de los recursos naturales en la zona alta de la subcuenca -la microcuenca del río Illangama- el INIAP, utilizando el Enfoque de Investigación en Sistemas en sus programas de investigación para el desarrollo, logró introducir tecnologías para el manejo de los sistemas de producción prevalentes, principalmente para el sistema papa-leche. Los resultados reportados a octubre 2004 (Barrera, 2004; Barrera *et al.*, 2004), muestran que las opciones tecnológicas implementadas en producción de leche y papa incrementaron los beneficios económicos de las familias en USD 513 dólares/finca/año.

Para la subcuenca del río Chimbo, lamentablemente no se disponía de información precisa y actualizada sobre las condiciones socio-económicas y productivas de las familias y el estado de los recursos naturales de las poblaciones asentadas a lo largo de esta. Por esa razón, este documento muestra la información generada sobre las características socio-económicas de las familias y sus sistemas de producción, aspectos relacionados con la organización social e instituciones, participación familiar en la división del trabajo, entre otros.

El propósito es establecer claramente las potencialidades y las limitantes de los sistemas de producción prevalentes -los cuales son analizados desde el Enfoque de los Medios de Vida¹⁵- para establecer las acciones que, hoy en día, están contribuyendo al desarrollo sostenible de la subcuenca hidrográfica del río Chimbo a través del manejo integral de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala con equidad ambiental, social y de género.

¹⁵ Conjunto de Capitales utilizados para la generación de una estrategia de vida que es determinada a nivel de hogar basado en los activos disponibles; además, considera los factores externos al hogar que pueden incidir sobre esa decisión de vida (DIFD, 1998).

2. Descripción del área de influencia del programa

La provincia de Bolívar está ubicada en la región central del Ecuador en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes, en el valle formado por el río Chimbo. En el siguiente cuadro se presentan las principales características de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, que son parte de la subcuenca del río Chimbo.

Cuadro 1. Descripción de algunas características de la zona de estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Condiciones agro-ecológicas	Principales actividades productivas
Microcuenca del río Illangama	
<ul style="list-style-type: none"> ✿ Región: Páramo y meseta andina. ✿ Zona de vida: Subalpino o Boreal. Montano, Montano Bajo y Zona Templada Fría. ✿ Rango de temperatura °C: 7 – 13. ✿ Altitud m: 2 800 – 5 000. ✿ Nubosidad: Baja – Media. ✿ Precipitación Anual: 500 – 1 300 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Agricultura: papa, pasto, quinua, haba, trigo, cebada. ✿ Producción agropecuaria: bovinos, cerdos, cuyes, ovejas. ✿ Turismo, producción artesanal y comercio en pequeña escala (mercado de quesos) y elaboración de artesanías.
Microcuenca del río Alumbre	
<ul style="list-style-type: none"> ✿ Región: Meseta andina y subtropical. ✿ Zona de vida: Montano Bajo y Pre Montano. ✿ Rango de temperatura °C: 15 – 19. ✿ Altitud m: 2 000 – 2 800. ✿ Nubosidad: Baja – Media. ✿ Precipitación Anual: 750 – 1 400 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Agricultura: maíz, fréjol, arveja, lenteja, mora, tomate de árbol, babaco, tomate riñón. ✿ Producción ganadera: bovinos, aves, caballos, cerdos. ✿ Actividades agroindustriales: incluye plantas medicinales, producción de cacao y café orgánico. ✿ Turismo, comercio en pequeña escala y elaboración de artesanías.

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP, 2007.

2.1 Ubicación geográfica

La subcuenca del río Chimbo tiene una extensión aproximada de 3 635 km² (Figura 2) y comprende parte de los territorios de las provincias de Bolívar y Chimborazo. La microcuenca del río Illangama tiene una superficie de 128,3 km² y se extiende desde la latitud 1° 23' 55,30" S hasta 1° 34' 4,80" S y desde la longitud 78° 50' 39,38" W hasta 78° 58' 29,52" W. La microcuenca del río Alumbre tiene una superficie de 65,5 km² y se extiende desde la latitud 1° 54' 29,14" S hasta 2° 1' 36,90" S y desde la longitud 79° 0' 22,20" W hasta 79° 6' 4,41" W.

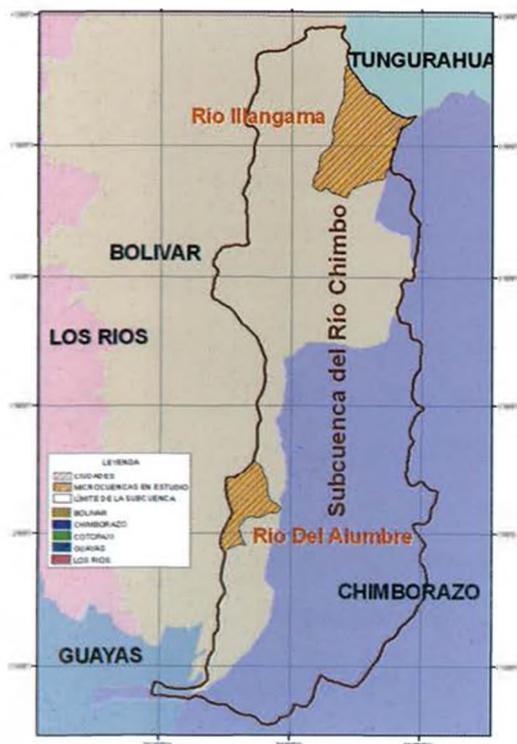


Figura 2. Localización de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

2.2 Condiciones agro-ecológicas

De acuerdo al sistema de Holdridge (Cañadas, 1985), en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre se distinguen cuatro zonas de vida: Pre Montano, Montano Bajo, Montano y Subalpino (Figura 3). La microcuenca del río Illangama se sitúa entre las altitudes 2 800 y 5 000 m; la mayor actividad agrícola de esta microcuenca se encuentra entre las altitudes 2 800 y 3 600 m. En la microcuenca del río Alumbre las altitudes oscilan entre los 2 000 y 2 800 m y la actividad agropecuaria se desarrolla a lo largo de esta franja altitudinal.

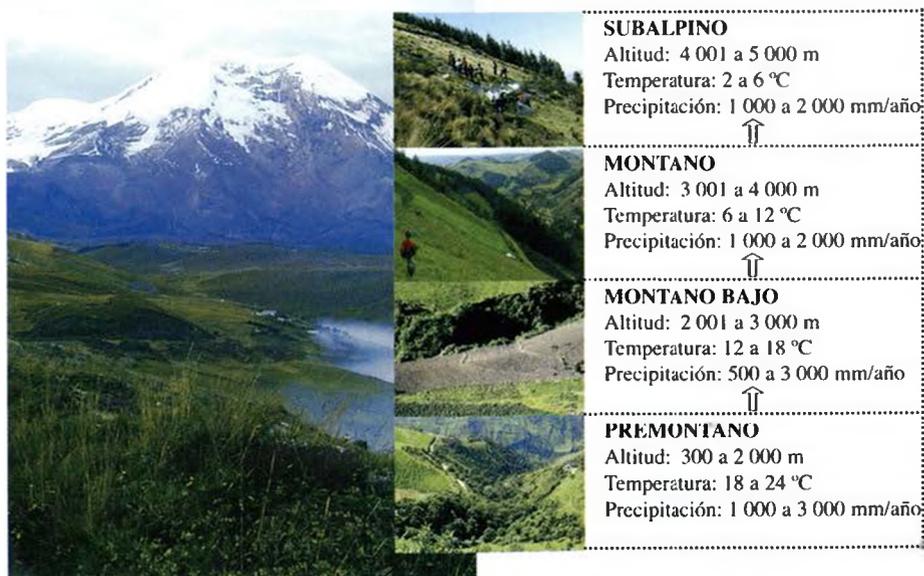


Figura 3. Zonas de vida de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

2.3 Clasificación taxonómica de los suelos en las microcuencas

En la subcuenca del río Chimbo los suelos son de origen volcánico. Los principales órdenes de suelos encontrados en cada una de las microcuencas se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Descripción de los órdenes de suelos de la zona de estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Microcuenca	Órdenes de suelo	Superficie	
		Ha	%
Illangama	Inceptisol	5 010	39,1
	Entisol	3 585	27,9
	Mollisol	4 234	33,0
Alumbre	Inceptisol	912	16,6
	Inceptisol+Entisol	2 144	39,0
	Mollisol y Mollisol + Inceptisol	2 447	44,5

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP, 2007.

2.4 Descripción de las condiciones socioeconómicas de la población

Las familias en la microcuenca del río Illangama están integradas en promedio por seis miembros, mientras que en la microcuenca del río Alumbre están formadas en promedio por cinco miembros. En relación a la educación -en la subcuenca del río Chimbo- el nivel de analfabetismo alcanza el 12,81% y alrededor del 50% de la población (Figura 4) cuenta con educación primaria, con un promedio de tres años de estudio aprobados -microcuenca del río Illangama- y cuatro años -microcuenca del río Alumbre- (Cuadro 3).

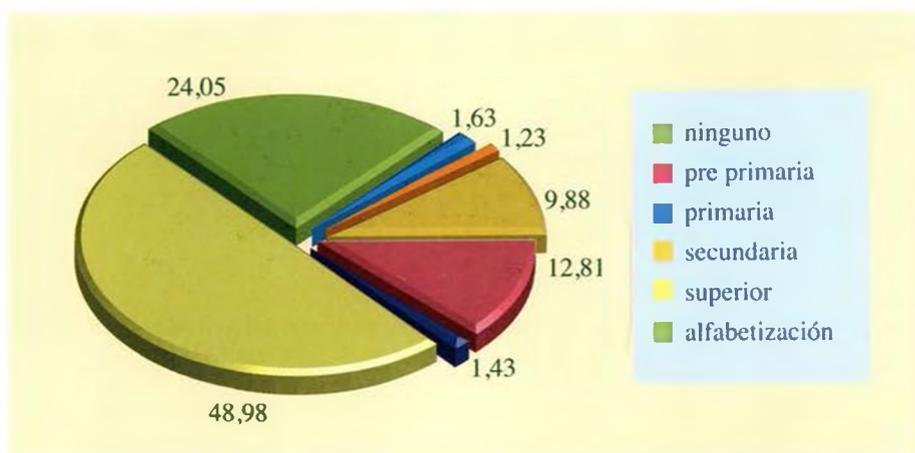


Figura 4. Nivel educativo de la población. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Cuadro 3. Número de miembros de familia y los años de estudios culminados. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Microcuenca	Total miembros de la familia	Número de años aprobados
Illangama	5,76 a	2,78 b
Alumbre	4,71 b	3,50 a
CV (%)	44,62	75,10
P	0,0002	<0,0001

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Desde el punto de vista económico, el 100% de la población en la subcuenca del río Chimbo depende de forma directa o indirecta de la producción agrícola. El 33,65% de la población tiene a la actividad agrícola como la principal, mientras que un 63,49% como actividad secundaria. En la subcuenca, la población produce alrededor de quince rubros agrícolas, que además forman parte de la dieta alimenticia familiar y sirven de sustento para la producción animal. Cabe resaltar que en la microcuenca del río Illangama se conserva una base genética de tubérculos andinos como mashua, oca, melloco y papas nativas que forman parte de la dieta alimenticia de la población.

3. Enfoques de gestión del programa

Para mejorar la gestión del ambiente en zonas frágiles se deben reconocer las externalidades o impactos generados como consecuencia de las acciones productivas que pueden crear daños ambientales a largo plazo (Figura 5). Entre los principales daños que se ocasionan están el aumento de la erosión, la pérdida de la fertilidad de los suelos, la contaminación por productos químicos agrícolas, la pérdida de biodiversidad, la disminución de la disponibilidad de agua y la disminución de los niveles de las capas freáticas.



Figura 5. Producción agrícola en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

La baja productividad es consecuencia de la presión sobre esas tierras frágiles, el tamaño de las explotaciones o unidades productivas y las limitadas oportunidades de obtener ingresos. La intensificación de la agricultura puede estar asociada con problemas ambientales similares,

pero debido a tecnologías que conservan los recursos son más fáciles de obtener mayor productividad de estas zonas (Southgate, 1998). La tecnología puede ser diseñada para aumentar los ingresos al tiempo que se mantiene o se mejora la calidad del ambiente. Mayores ingresos resultantes de la agricultura intensiva pueden estimular las inversiones en la conservación de los recursos naturales, y en la aplicación de tecnologías alternativas amigables con el ambiente para reducir la presión sobre las tierras altas más frágiles. Los patrones de uso de la tierra ayudarán a determinar los impactos ambientales de las actividades humanas; este análisis permitirá investigar e implementar cambios tecnológicos que disminuyan los efectos negativos sobre el capital Natural.

El procesamiento y valor agregado de los productos agrícolas, pueden verse restringidos por limitaciones técnicas o de mercado; estas limitaciones se pueden abordar a través de la investigación y cambios en las políticas. Tales actividades pueden estar asociadas con el aumento de los ingresos, disminución de los impactos sobre el paisaje y la degradación del ambiente.

El Enfoque de Gestión de Cuencas Hidrográficas¹⁶ en la subcuenca del río Chimbo combina el Enfoque de Medios de Vida con la investigación científica para optimizar los activos disponibles -capitales Físico, Financiero, Humano, Natural y Social- y se constituye en una oportunidad para promover el reordenamiento territorial del uso del suelo con actividades que mejoren la calidad ambiental.

El Enfoque de los Medios de Vida reconoce la conectividad entre las actividades humanas como fruto de las decisiones que toma la sociedad

¹⁶ Enfoque que promueve el uso apropiado de los recursos naturales buscando un equilibrio entre crecimiento económico, equidad, sostenibilidad integral y el mejoramiento de la calidad de vida de la población (Jiménez *et al.* 2006).

en base a incentivos, los cuales se generan a través de cambios institucionales. **La Gestión Adaptativa de las Cuencas Hidrográficas** *se centra en el fortalecimiento de la capacidad nacional para utilizar la información científica de base para proponer y efectuar cambios institucionales que beneficien y promuevan la conservación del capital Natural.*

Para aplicar el Enfoque de Cuencas Hidrográficas en la subcuenca del río Chimbo han sido y serán necesarias varias acciones: 1) identificar las condiciones económicas, sociales, políticas y ambientales en las subcuenca y comprender los factores determinantes de las mismas, 2) generar y validar alternativas ecológicamente sostenibles para mejorar los sistemas de producción y el bienestar a través del mejoramiento de los ingresos, 3) crear un mecanismo para la evaluación de los impactos de las políticas e intervenciones y 4) desarrollar la capacidad local para evaluar las alternativas políticas, formular y hacer cumplir las decisiones y fortalecer el capital Social.

4. Marco conceptual del programa

El marco conceptual se inicia con una descripción del proceso para la toma de decisiones a nivel de los hogares y cómo estas decisiones generan impactos -externalidades- sobre el capital Natural de la subcuenca. Flora *et al.* (2004a), señalan que todas las comunidades, sean rurales, aisladas, o pobres, disponen de recursos. Cuando esos recursos o activos, se invierten para crear nuevos recursos, se constituyen en capitales (Figura 6).



Figura 6. Enfoque de los Capitales de la Comunidad (Flora *et al.*, 2004b) para el desarrollo sostenible.

Estos activos contribuyen positiva o negativamente al incremento del resto de capitales, de manera que cuando un tipo de Capital es maximizado en relación a los otros capitales, los otros activos son descapitalizados y la economía, el ambiente, o la equidad social pueden comprometerse. El Enfoque de Medios de Vida reconoce cinco grupos de capitales utilizados para diseñar estrategias de vida (DIFD, 1998) (Figura 7). Flora *et al.* (2004a), por su parte, mencionan que los capitales disponibles son de siete tipos: Cultural, Social, Humano, Político, Natural, Físico y Financiero.

La decisión para la adopción de una estrategia de vida es determinada a nivel de hogar -basados en los activos disponibles- para qué alternativas pueden ser útiles esos activos teniendo en cuenta los factores externos al hogar que pueden incidir sobre esa decisión de vida; además, consideran la exposición a los riesgos y el acceso a la información. Los hogares invierten sus bienes o activos entre las actividades productivas seleccionadas con el fin de cumplir su objetivo de vida -maximización de la utilidad, la seguridad alimentaria, etc. (Ellis, 1998).



Figura 7. Enfoque de los Medios de Vida propuestos por la DFID (Stoian, 2006).

Las decisiones tienen repercusiones en el bienestar del hogar, la capacidad para ahorrar e invertir -capitalización de activos- y mejorar su entorno. Por ejemplo, la adopción de una tecnología moderna de maíz afecta a las labores, la asignación de tierras, los ingresos, la exposición a los riesgos y puede afectar a la erosión, escorrentía y al futuro de la calidad del suelo. Como resultado de ello, vemos los cambios en el bienestar del hogar y su posición de activos y los impactos en la calidad del suelo y la cantidad, la diversidad biológica, y la calidad de las aguas de escorrentía, etc.

Estos últimos efectos se harán sentir en el campo y las explotaciones agrícolas; a través de los vínculos geográficos dentro de la subcuenca, se agregarán a los ecosistemas y al mercado. Algunas acciones locales tienen repercusiones ambientales en una escala más amplia -escorrentía hacia el río Guayas, el secuestro de carbono, etc. (Figura 8).



Figura 8. Vínculos micro y macro en el desarrollo rural sostenible (Stoian, 2006).

Se utiliza un modelo físico de cuencas hidrográficas para crear un mapeo entre la distribución espacial de la actividad humana relacionada con el espacio y los sedimentos totales de la escorrentía, la calidad de las aguas de lluvia, modelos económicos de los impactos agregados sobre el bienestar económico y el impacto en los mercados. La aceptación de los resultados del modelo requiere que se venda la idea y la participación activa de los interesados -actores- (Figura 9). Esta participación se inicia en la investigación de campo para determinar las alternativas a los

sistemas tradicionales de producción agrícola -*Best management practices*-, la implementación, estructuración de un plan de gestión y la validación a nivel de la subcuenca. Se trata de un proceso de aprendizaje social basado en el enfoque de manejo adaptativo (Salafsky, Margolius y Redford, 2001).



Figura 9. Participación de los productores en las actividades del programa. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador. 2008.

5. Metodología del programa

El programa ha invertido importantes recursos en la descripción e implementación de la metodología (Figura 11). Las definiciones de las características económicas, sociales y físicas de la subcuenca fueron utilizadas para establecer una Línea Base de información para hacer comparaciones de los cambios en el tiempo; por ejemplo, la línea base socioeconómica, una evaluación de la diversidad biológica, la información agregada sobre la pérdida de suelo y la productividad de las tierras. Los datos también se utilizan como insumos en tres modelos básicos: 1) los modelos de producción física: suelo y atributos ambientales, la productividad, etc., 2) los modelos de las decisiones de la familia, y 3) los modelos combinados de los impactos físicos individuales y de las decisiones colectivas.

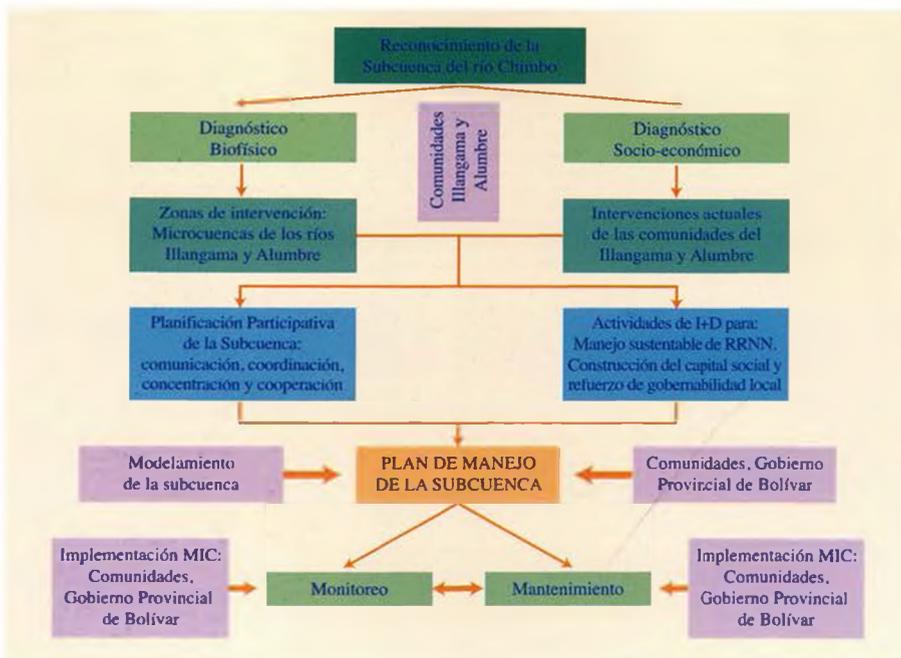


Figura 10. Metodología desarrollada dentro del marco del programa. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

La investigación para determinar las alternativas incluye información sobre las mejoras de las prácticas de producción -nuevas variedades, las actividades de gestión-, la relación entre las mejoras de las prácticas y los resultados -ingresos, pérdida de suelo, y productividad-, alternativas de producción y las actividades de subsistencia, de mercado y evaluación de análisis de la cadena de mercado y los obstáculos para la adopción de nuevas actividades. La información sobre estas alternativas está incorporada en los modelos de hogares para simular los cambios en las estrategias de vida a partir de cambios de políticas e incentivos. La creación de modelos de cuencas hidrográficas permitirá vincular las actividades productivas con los impactos que pueden generarse sobre el capital Natural -calidad y cantidad del recurso agua, la pérdida de suelos, la sedimentación, etc.- y la sostenibilidad de las mismas.

Las actividades que desarrolla el programa en la zona de ingerencia incluyen:

- ✿ la generación de información científica,
- ✿ la investigación de los factores claves y los impactos en el bienestar relacionados con la adopción de estrategias de vida,
- ✿ la investigación de nuevas alternativas de generación de ingresos dentro y fuera de la actividad agrícola,
- ✿ el modelamiento físico, social y del proceso económico en la subcuenca, y
- ✿ la participación de los actores dentro del proceso de manejo adaptativo para el desarrollo sostenible.

El compromiso es un componente crítico del proceso, ya que al principio de la experiencia se evidenció un sustancial escepticismo sobre este

enfoque entre los interesados locales. Esto se debió fundamentalmente a dos factores: 1) su experiencia con los programas de desarrollo que proporcionan recursos y estimulan la búsqueda de ingresos y 2) la incredulidad en los modelos matemáticos y computacionales como instrumentos útiles para la toma de decisiones (Figura 11).



Figura 11. Proceso de socialización, negociación y participación con los productores. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

6. Resultados en el proceso del programa

6.1 Condiciones agro-ecológicas y sociales de la subcuenca del río Chimbo

Debido a la extensión de la subcuenca hidrográfica del río Chimbo, el equipo del programa decidió llevar a cabo las actividades en dos microcuencas, la del río Illangama y la del río Alumbre. Estas microcuencas fueron seleccionadas debido a las condiciones agro-ecológicas y sociales que permiten probar el marco del Manejo Adaptativo. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias -INIAP- tiene amplia experiencia de trabajo con los agricultores y los gobiernos locales en la microcuenca del río Illangama, pero hay escasa referencia histórica de interacciones en la microcuenca hidrográfica del río Alumbre.

La diversidad de la experiencia permitió probar diferentes modelos para llevar el conocimiento a la acción, dada la diversidad social de la parte alta de la subcuenca, que es casi en su totalidad de etnia indígena, en tanto que en la parte baja predomina la etnia mestiza. Un análisis de datos secundarios y de la evaluación participativa demostró que predominan las actividades agrícolas en ambas microcuencas. En la microcuenca del río Illangama los rubros de mayor importancia económica corresponden al sistema papa-pasto, a diferencia de la microcuenca del río el Alumbre donde las actividades agrícolas están más diversificadas con la asociación maíz-fréjol, varios cultivos perennes y otros productos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimientos promedios de los principales rubros agrícolas. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Microcuenca	Rubro productivo	Nombre científico	Rendimiento promedio kg/ha
Alumbre	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	412
	Caña	<i>Saccharum officinarum</i>	1 224
	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	616
	Chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>	498
	Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	497
	Haba	<i>Vicia faba</i>	296
	Lenteja	<i>Lens esculenta</i>	290
	Maíz	<i>Zea mays</i>	434
	Maíz/fréjol	<i>Zea mays/Phaseolus vulgaris</i>	567
	Mora	<i>Rubus glaucus</i>	290
	Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	3 873
	Sambo	<i>Cucurbita lagenaria</i>	902
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	966
	Tomate de árbol	<i>Solanum betácea</i>	1 766
	Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	604
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>	454	
Illangama	Arveja	<i>Pisum sativum</i>	580
	Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	730
	Cebolla	<i>Allium cepa</i>	824
	Chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>	560
	Haba	<i>Vicia faba</i>	447
	Maíz	<i>Zea mays</i>	474
	Mashua	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	1 417
	Mellico	<i>Ullucus tuberosus</i>	1 804
	Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	1 656
	Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	8 325
	Quinua	<i>Quenopodium quinoa</i>	1 144
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	515	
Zanahoria	<i>Daucus caraota</i>	1 546	

Fuente: Programa INIAP-SANREMCERSP, 2007.

Las remesas y la repatriación de los fondos obtenidos durante la temporada de migración son fuentes importantes de ingresos en las dos microcuencas hidrográficas, pero es más importante en la del río Alumbre (Cuadro 5). Los principales desafíos que tienen que enfrentar para la obtención de ingresos son la baja productividad en la agricultura, la disminución de la calidad de la base de recursos naturales, el acceso insuficiente a los mercados finales -más del 75% de las ventas van a los intermediarios-, la baja captura de valor agregado y la insuficiente diversificación de los ingresos dentro y fuera de la agricultura.

Cuadro 5. Ingreso total por remesas de emigrantes. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Microcuenca	Ingresos promedio USD/año	Mínimos USD/año	Máximos USD/año
Alumbre	994 a	80	3 700
Illangama	563 b	200	1 200
CV (%)	85,94		
P	0,1444		

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP, 2007.

Prueba de Tukey al 5%. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.15$)

El diagnóstico de las condiciones de vida, sociales, económicas y ambientales identificadas marcan diferencias entre las dos microcuencas. La estructura social es muy distinta. En la microcuenca del Illangama, el 100% de los hogares son indígenas, mientras que el 34,9% de los hogares en el Alumbre se auto-identificaron como indígenas.

Alrededor del 13% de los hogares en el Illangama están encabezados por mujeres y en el Alumbre corresponde al 17% de hogares. Los niveles generales de educación son similares en las microcuencas. Los hombres

Por otro lado, los asentamientos poblacionales son relativamente jóvenes, la parte alta de la subcuenca fue poblada por grupos indígenas reasentados en la década de 1980. En el Alumbre los asentamientos poblacionales se dieron a principios de la década de 1990. Los lugares de asentamiento evidencian presión sobre el capital Natural. La degradación del ambiente se pone de manifiesto a través de la erosión evidente en las laderas de pendiente pronunciadas, la ausencia de medidas de conservación del suelo, la perturbación de áreas de vegetación espesa y la contaminación de cursos de agua.

Ambas zonas son en gran medida dependientes de la agricultura de subsistencia, aunque las familias cada vez más buscan nuevas oportunidades fuera de la finca. Los datos de la Línea Base confirman la importancia de los ingresos agrícolas, pero evidencian que los ingresos fuera de la finca significan alrededor del 57% de los ingresos para las familias en el Alumbre y el 27% para las familias del Illangama (Cuadro 7).

En el Alumbre, los hogares están más estrechamente integrados a los mercados laborales, con más frecuencia dependen de los ingresos de emigración y menos de los ingresos de la ganadería. En Illangama, cerca del 85% de los hogares reciben ingresos provenientes de la actividad ganadera.

Se evidencia que las fuentes de ingresos son diversificadas. Por ejemplo, en Illangama, los hogares que participaron en actividades fuera de la finca como empleo remunerado (51% de todos los hogares), contribuyeron con un promedio de 29% de los ingresos anuales de su hogar.

Por otra parte, la agricultura es mucho más diversificada en la microcuenca del Alumbre. Los hogares cultivan pequeñas parcelas de maíz, fréjol, arveja y actualmente tomate riñón y algunos frutos andinos

perennes. En Illangama, casi su totalidad está compuesta por la rotación papa-pastos (95% de los hogares tienen pastos y el 100% papas), con un pequeño número de explotaciones de cultivos de haba, cebada y chocho.

Cuadro 7. Fuentes de ingresos de los hogares y su distribución. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Fuente de ingresos	Alumbre		Illangama	
	Porcentaje del total de ingresos	% fuente de ingresos de los hogares (% de hogares)	Porcentaje del total de ingresos	% fuente de ingresos de los hogares (% de hogares)
Producción agrícola	36,1	36,1 (100,0)	57,8	57,8 (100,0)
Ganadería	6,8	16,4 (41,4)	15,1	17,9 (84,6)
Negocio propio	7,4	36,7 (20,1)	4,8	22,6 (21,4)
Salario agrícola fuera de la finca	21,9	42,6 (51,5)	4,2	25,6 (16,2)
Salario fuera de la finca	17,0	42,1 (40,2)	14,9	29,0 (51,3)
Migración	10,0	42,4 (23,7)	1,9	24,6 (7,7)
Remesas	0,8	20,5 (4,1)	1,3	9,2 (13,7)

Fuente: Programa INIAP-SANREMCERSP, 2007.

6.2 Medios de vida en las microcuencas

Para definir los grupos de hogares y las estrategias de medios de vida que los diferencian en la subcuenca del río Chimbo, utilizamos la información recopilada por INIAP como parte del proyecto SANREM-CRSP. Esta información proviene de una encuesta estática realizada a 286 hogares durante septiembre y noviembre de 2006 en las microcuencas de los ríos Illangama -117- y Alumbre -169-. Los grupos característicos de cada microcuenca fueron establecidos usando el análisis de conglomerados o grupos (Barrera *et al.*, 2008; Andrade, 2008), que se basa en la teoría de que información con similares características estadísticas puede agruparse y diferenciarse con aquellas que presenten otro tipo de tendencias. Desde esta perspectiva, se utilizó el método de Ward, medido con el intervalo de la Distancia Euclidiana Ajustada.

Los resultados obtenidos muestran cuatro tipos de sustento en la microcuenca del río Illangama (Anexo 1, 2, 3 y 4) y tres tipos de sustento en la microcuenca del río Alumbre (Anexo 5, 6 y 7).

Los grupos definidos para la microcuenca del río Illangama (Figura 12) son los siguientes:

- Grupo 1. Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca (37% de los hogares).
- Grupo 2. Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario (38% de los hogares).
- Grupo 3. Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por negocios propios (9% de los hogares).
- Grupo 4. Dependiente de la agricultura, ingresos por ayuda social e ingresos por migración (16% de los hogares).



Figura 12. Pobladores de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Los grupos definidos para la microcuenca del río Alumbre (Figura 13) son los siguientes:

- Grupo 1. Dependiente de la agricultura, ganadería, ingresos por negocios propios e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario (40% de los hogares).
- Grupo 2. Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por ayuda social (35% de los hogares).
- Grupo 3. Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por migración (25% de los hogares).

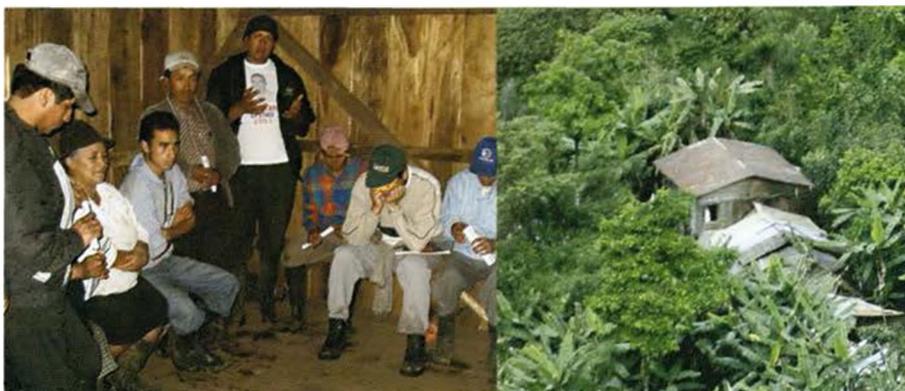


Figura 13. Pobladores de la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

En el Illangama, la mayoría de hogares basan su sustento en las actividades agrícolas y pecuarias dentro de la finca y en el trabajo agrícola y con salario fuera de la finca; en cambio, en el Alumbre el sustento se basa en las actividades agrícolas e ingresos por actividades diversificadas. Los hogares que manejan como principales actividades a la agricultura y la ganadería poseen una mayor cantidad de recursos naturales y físicos, mientras que los hogares dedicados a actividades no agrícolas tienen, en promedio más capital humano. Las variables tales como cantidad de superficie de la finca, productividad de los cultivos, así como los ingresos extra finca son estadísticamente determinantes en la definición de los grupos. Los hogares con una mayor cantidad de activos naturales y físicos son los que están insertos en los mercados agrícolas y participan muy poco en actividades no agrícolas; sin embargo, los supeditados a actividades no agrícolas alcanzan un bienestar más alto.

Los grupos de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama son en muchos aspectos similares, por ejemplo, en Illangama centran sus actividades alrededor de la agricultura, lácteos, pastos y la producción de papa; mientras que los cereales y leguminosas predominan en el Alumbre.

Aún en los grupos con mayores ingresos, las principales fuentes de sus ingresos son por actividades fuera de la finca y a menudo por ingresos no agrícolas. Las familias utilizan los ingresos de las remesas que envían los emigrantes -permanentes y estacionales- para invertir en actividades agrícolas. Los grupos más pobres tienden a ser dependientes de los salarios agrícolas o los ingresos agrícolas provenientes de sus unidades de producción. Los grupos más pobres tienen menos de la mitad de su propiedad cultivada y además poseen pocas cabezas de ganado. Que los productores dependan solo de la agricultura significa que no han sido capaces de diversificar sus actividades en el sector no agrícola.

El método multivariado de conglomerados o grupos utilizado separa correctamente los grupos de hogares y por lo tanto permite caracterizar adecuadamente las estrategias de los medios de vida. El análisis pudo ser mejor si se hubiera tenido acceso a las variables que miden el capital social más detalladamente. El papel que las mujeres tienen en la participación de las estrategias de medios de vida debe ser evidenciado de mejor manera, así como la información sobre redes de migración y relaciones de confianza. Las medidas de bienestar estaban establecidas en base a los gastos de consumo. Sin embargo, el conjunto de datos exhibió varias debilidades: por ejemplo, varias categorías del consumo fueron excluidas durante el proceso de la colección de datos, como la alimentación de los animales. Finalmente, es importante señalar que la definición de los modelos de hogares con sus estrategias de sustento o medios de vida diferenciados, son la base para poder realizar la optimización de los sustentos que pueden generar mejores beneficios económicos y ambientales en las dos microcuencas.

6.3 Acceso al activo tierra

A pesar de los resultados observados, la distribución de la tierra es extremadamente desigual e inequitativa en la subcuenca. El **coeficiente de Gini**¹⁷ corresponde a **0,62** en la microcuenca del río Illangama y **0,65** en la microcuenca del río Alumbre, es decir existe mayor desigualdad en el acceso al recurso suelo en esta microcuenca.

Los hogares de la microcuenca del río Illangama tienen menos acceso al recurso suelo, el tamaño de las unidades productivas oscilan entre 1,2 y 4,2 ha; en cambio, en la microcuenca del río Alumbre el tamaño está entre 1,4 y 6,4 ha, con tierras de menor productividad. Aproximadamente, el 70% de las tierras en la subcuenca están legalizadas y los productores disponen de títulos de propiedad. En la microcuenca del Illangama los bosques son de propiedad comunitaria y su administración es comunal (Figura 14).



Figura 14. Uso del suelo en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

¹⁷ El coeficiente de Gini es una medida de desigualdad que varía entre 0 y 1. Muestra mayor desigualdad mientras se aproxima más a 1.

6.4 Acceso al activo agua

En la microcuenca del río Illangama, aproximadamente el 38% de los hogares tienen acceso a los sistemas de riego, en comparación con el 9% en la microcuenca del río Alumbre. La mayoría de hogares con acceso a riego -en ambas microcuencas- señalaron que el agua de riego es insuficiente, aunque se cuenta con infraestructura para la distribución.

La infraestructura de suministro de agua para consumo humano está mejor desarrollada en la microcuenca del río Alumbre. El 68% de los hogares de esta microcuenca tienen acceso a agua entubada en comparación con el 39% en Illangama (Figura 15).



Figura 15. Suministro de agua para el consumo familiar en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

6.5 Problemas ambientales

A pesar de la atención a la tierra y otros bienes de la producción, los miembros de las comunidades en general reconocen que la degradación ambiental representa un reto importante a los esfuerzos que deben realizarse para lograr el bienestar.

Los principales problemas ambientales que afectan a las dos microcuencas son: 1) la contaminación del agua por agro-químicos¹⁸, 2) la disminución de las zonas de recarga hídrica, especialmente en las zonas más altas, 3) la pérdida de fertilidad de los suelos por procesos naturales de erosión y malas prácticas agrícolas y 4) la pérdida de la diversidad biológica que se refleja a través de la disminución de las poblaciones nativas de especies animales y vegetales. Se evidencia la contaminación de las fuentes de agua debido a las descargas de aguas residuales, basura y la sedimentación en el río. Esta última genera graves problemas, especialmente en la parte baja de la subcuenca.

El impacto sobre la calidad de agua de la subcuenca tiene también repercusiones en la salud humana. A través de observaciones dirigidas se evidenciaron problemas de salud, en particular infecciones gastrointestinales debido a la mala calidad del agua.

La degradación de las tierras y la deforestación también son reconocidas como graves problemas en la subcuenca, el 90% de los hogares reconocen estos problemas. Aproximadamente, el 85% de los participantes en la microcuenca del río Alumbre señalan que la intervención humana en áreas de recarga hídrica ha ocasionado pérdida de humedad y aumento del riesgo de sequías. A pesar del reconocimiento generalizado de la erosión del suelo

¹⁸ Determinado a través de un trabajo práctico de estudiantes de la Universidad de Virginia Tech de Estados Unidos en el año 2007.



y el efecto en la reducción de la productividad agrícola, menos del 5% de los hogares toman acciones para conservar los suelos y muchos afirman que no tienen conocimiento de prácticas de conservación de suelos.

Una similar divergencia se observó en la microcuenca del río Illangama. Más del 80% de los hogares señalaron que el páramo se ve amenazado por la actividad humana. Reconocen el vínculo entre la degradación del páramo y los impactos sobre la cantidad y calidad del agua. Sin embargo, sólo el 31% de ellos expresaron que se abstuvieron de utilizar el páramo para las actividades productivas, aunque el 61% indican extraer madera y leña, el 6% realiza cultivos en estas áreas, y 3% han formado pastizales. Así pues, aunque la conservación es vista como una actividad importante, son pocos los hogares que adoptan prácticas de conservación.

Debido a que el capital Natural es considerado dentro del Enfoque de Medios de Vida, durante el primer año del programa INIAP-SANREMCSP-SENACYT, se desarrolló un estudio sobre bioindicadores¹⁹ terrestres y acuáticos para las dos microcuencas (Calles y Salvador, 2007). De este estudio -en el siguiente cuadro- se resumen las especies de los distintos grupos biológicos que se consideran como especies bioindicadoras para las dos microcuencas.

¹⁹ Se denominan a aquellos grupos biológicos presentes en ecosistemas cuyas poblaciones pueden ser afectadas por cambios en la estructura del hábitat, contaminación o cambios en las fuentes de alimentación. El uso de bioindicadores se basa en la susceptibilidad de éstas especies para responder a cambios ambientales (Calles y Salvador, 2007).

Cuadro 8. Especies de animales y plantas seleccionadas como bioindicadoras para la subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Microcuenca	Animales	Nombre común	Plantas	Nombre común		
Illangama	<i>Phalcoboenus carunculatus</i> (ave)	Curiquinque	<i>Oreopanax sp.</i>	Puma maqui		
			<i>Loricaria illinisae</i>	Ata		
			<i>Berberis laidivo</i>	Chupillay		
			<i>Calceolaria dilata</i>	Apagpoco		
Alumbre	<i>Pionus sordidus</i> (ave)	Loro piquirrojo	<i>Saurauia pseudostrigillosa</i>			
			<i>Ceroxylon ventricosum</i>	Palma de cera andina		
	<i>Chamaepetes goudotii</i> (ave)	Pava ala de hoz	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil		
			<i>Nothocercus julios</i> (ave)	Perdiz	<i>Erythrina megistophyla</i>	
					<i>Ladenbergia pavonii</i>	

Fuente: Programa INIAP-SANREMCSP, 2007.

En la actualidad, se está desarrollando un estudio para caracterizar las especies arbóreas y arbustivas presentes en áreas de recarga hídrica. En la microcuenca del río Illangama se han registrado alrededor de cincuenta y un especies arbóreas y arbustivas en áreas de importancia para la conservación del recurso agua. Uno de los graves problemas ambientales que se registra es la erosión genética a la que se han sometido las especies nativas debido al nivel de deforestación y la formación de parches de bosques con especies exóticas como el pino (*Pinus patula* y *Pinus radiata*) y el eucalipto

(*Eucalyptus globulus*). El alto grado de fragmentación de los remanentes de bosques representa una amenaza para la fauna local. Los resultados de la evaluación se presentaron a los interesados en las dos microcuencas a través de reuniones. En ellas, las partes interesadas expresaron su interés en el mejoramiento y conservación de la biodiversidad. El equipo de investigación ha diseñado estudios para abordar las cuestiones ambientales y para ayudar a corregir el aparente conflicto entre las actividades humanas y las actitudes con respecto al ambiente.

Estas actividades se construyeron en el conocimiento de los problemas ambientales expuestos por los interesados para ser una prioridad, aunque sus acciones productivas actuales no corresponden con las preocupaciones manifestadas. El equipo estimó que la participación activa de los actores es indispensable para internalizar el concepto de mejoramiento de la calidad del ambiente y entender que se trata de un proceso en el mediano y largo plazo y que de su mejoramiento depende el desarrollo sostenible por los servicios ecosistémicos que presta.

6.6 Toma de decisiones y relaciones de género

Uno de los principales puntos de interés del equipo de investigación es caracterizar la participación de los miembros de los hogares rurales en la toma de decisiones para la inversión de capitales y el diseño de las estrategias de vida o sustento. De la experiencia de los trabajos investigativos desarrollados por INIAP en la zona, se conoce que la participación de la mujer en las actividades de capacitación y reuniones de la comunidad es muy limitada, pese a que las mujeres en Bolívar se caracterizan por ser muy activas dentro de las actividades productivas y reproductivas. Los datos de los estudios muestran y corroboran que las mujeres son frecuentemente excluidas del proceso de toma de decisiones del hogar (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de participación y responsabilidad de las actividades comunes. Análisis por género. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Actividades	Alumbre		Illangama	
	Mujer y hombre juntos	Mujer sola	Mujer y hombre juntos	Mujer sola
Lleva agua	15,9	73,2	13,0	83,3
Cosecha los cultivos	55,4	16,9	74,1	9,5
Cuida el ganado	45,3	36,0	57,9	39,2
Vende productos	11,8	29,0	21,2	12,1
Decide acerca de:				
Venta de la cosecha	19,9	19,9	25,5	13,6
Uso de químicos	6,6	15,2	0,0	12,8
Decisiones generales	21,1	33,3	12,4	25,7
Gastos	23,5	21,0	20,9	14,8
Decide la capacitación	11,0	25,6	18,9	8,9
Participación en reuniones	25,8	24,7	36,5	11,5
Elección de autoridades	28,1	25,0	47,9	8,2
Autoridad en la comunidad	0,0	25,9	0,0	12,7
Potencial líder		20,9		10,8

Fuente: Programa INIAP-SANREMCRSP, 2007.

Las decisiones acerca de la venta de sus cosechas, el uso de productos químicos y las decisiones presupuestarias de los hogares en general, son en gran parte definidas por los hombres, aunque las mujeres pueden participar en este proceso (Figura 16). En una línea similar, los hombres tienen más posibilidades de participar en las reuniones, elegir autoridades, servir como una autoridad en una organización de la comunidad y recibir mejor formación que las mujeres.



Figura 16. Participación de las mujeres y los hombres en las actividades. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

6.7 Roles de género

Los roles de género son diferentes a nivel de las dos microcuencas. Estas diferencias se reflejan por la diversidad étnica, principalmente. Las mujeres en la microcuenca del Illangama acarrean agua y leña, participan en la cosecha de cultivos y el cuidado de ganado, a diferencia de las mujeres de la microcuenca del río Alumbre. Esto evidencia que las mujeres de la microcuenca del río Illangama tienen mayor participación en las actividades productivas y reproductivas; sin embargo, participan menos en la toma de decisiones del hogar como el uso de productos químicos en la finca, capacitación, ventas de productos y el presupuesto de los hogares. También tienen limitada participación en la comercialización de productos y en el acceso a la oferta de trabajo fuera de la finca. De igual manera participan poco en las reuniones y menos aún a ser miembros de las organizaciones o autoridades locales en comparación con las mujeres de la microcuenca del río Alumbre. Estas observaciones han sido contempladas por el programa y se están realizando esfuerzos estratégicos destinados a motivar la participación de las mujeres en la gestión de las actividades del programa.

6.8 Limitaciones para la diversificación de las estrategias de vida

El estudio de línea base desarrollado en las microcuencas, permitió identificar las necesidades de investigación técnica para mejorar la productividad de las estrategias de vida, al tiempo que se mantiene o mejora la calidad del ambiente. Las actividades de investigación se han diseñado para generar información sobre variedades mejoradas de cultivos, recomendaciones de fertilización, control integrado de plagas, técnicas de gestión, estimaciones de costos y eficacia de los mecanismos de control de la erosión, entre otros. Se incluyeron innovaciones tecnológicas en los cultivos tradicionales de la zona y se los ha incluido en el programa de investigación para mejorarlos. Todas las investigaciones en campo cuentan con la participación de los actores locales.

Actualmente, se está desarrollando un estudio a través del cual se quiere identificar alternativas productivas tendientes a contribuir a mejorar los ingresos de las comunidades. En la microcuenca del río Alumbre se está evaluando el comportamiento de cultivos alternativos como el tomate riñón y frutales como mora, tomate de árbol, aguacate, chirimoya y cítricos. En la microcuenca del río Illangama está por finalizar un estudio sobre el análisis de la cadena de valor para la leche. Este estudio se realizó debido a que la producción de leche en pequeña escala está extendida en la microcuenca del Illangama.

El análisis exhaustivo de la cadena de comercialización de productos lácteos, muestra una serie de factores que han limitado el acceso a los mercados. Algunos de estos aspectos son la baja productividad de las explotaciones lecheras, su alta dispersión

espacial que aumenta los costos de transporte y las rudimentarias instalaciones de producción de queso que afectan la calidad del producto. Las limitaciones en la producción reducen las posibilidades de participación permanente en los mercados porque los volúmenes son bajos. Además, por la falta de aplicación tecnológica no es posible movilizar los productos lácteos a mercados más distantes. En la microcuenca del Illangama se registró la presencia de un pequeño número de intermediarios de queso que viven en las comunidades de Patococha y Cuatro Esquinas, para quienes el comercio de queso es una actividad familiar. El crecimiento productivo de los productos lácteos es también limitado por la falta de organizaciones para la comercialización.

Se evidenciaron variaciones entre los precios pagados a los productores/as y los registrados en el mercado de Guaranda. Los intermediarios señalan que la diferencia de precios se debe a que ellos cubren costos de transporte y comercialización. Los pequeños productores también se ven perjudicados en el peso del queso por las tecnologías rudimentarias utilizadas para el pesaje.

6.9 Articulación multidisciplinaria en el proceso de manejo adaptativo

En el proceso -antes de adquirir compromisos con las partes interesadas- fue importante consolidar ambientes de confianza entre los actores. El equipo del INIAP tiene credibilidad ganada en el ámbito de la tecnología agrícola. Sin embargo, esta credibilidad se limita a las zonas de la microcuenca del río Illangama por los trabajos investigativos realizados alrededor de doce años, pero se disponía de poca experiencia en las áreas de modelamiento de cuencas hidrográficas, en cuestiones ambientales y en la gestión pública. De allí que -la gestión de este programa- es un reto de innovación en los procesos

investigativos y tecnológicos desarrollados por INIAP. La gestión del programa es un proceso que se ha ido construyendo, donde se ha formado un equipo de investigación multidisciplinario -con profesionales de las áreas temáticas relacionadas con los objetivos planteados- e interinstitucional a nivel nacional e internacional. También ha sido indispensable promover alianzas estratégicas y acercamientos con los gobiernos y autoridades locales, regionales y nacionales.

Una de las dificultades que se ha presentado en la gestión del programa es el poco compromiso demostrado de algunas instituciones aliadas en el cumplimiento de acciones previstas. Por ello, se está dando mayor énfasis en la organización de reuniones de socialización de las actividades del programa y de la participación de los actores locales. A través de este mecanismo se ha conseguido que -por ejemplo- el Gobierno Provincial de Bolívar analice la posibilidad de generar una partida presupuestaria para continuar con el análisis de áreas vulnerables para la conservación de los recursos naturales.

Por otro lado, para el modelamiento de los impactos ambientales sobre el recurso agua, el sistema informático para el modelamiento²⁰, es un instrumento que demanda grandes cantidades de datos meteorológicos de la subcuenca que no estaban disponibles. La información requerida corresponde a información detallada sobre el uso de la tierra, suelo, nivel de precipitaciones, temperatura, velocidad del viento, heliofanía, calidad física y bioquímica del agua y caudal de las vertientes. Parte de esta información se dispone de fuentes secundarias, pero no a nivel del detalle que se requiere para el modelamiento. Por ello, se ha invertido en la implementación de una red de monitoreo meteorológico. Es importante señalar que un grupo de productores participan permanentemente en el monitoreo de caudales y precipitación en las dos

²⁰ SWAT. véase: <http://www.brc.tamus.edu/swat/>



microcuencas, además de la toma de muestras para la evaluación de los niveles de sedimentación en los principales sistemas productivos. El involucramiento de los productores en el monitoreo climatológico es un mecanismo de participación y aprendizaje para estimular el interés en el uso de la información (Figura 17).



Figura 17. Sistema para el monitoreo meteorológico y participación de los productores en el registro de la información. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

El programa se ha preocupado en realizar estudios para evaluar el nivel de pérdida de nutrientes del suelo por procesos de erosión hídrica. Se estableció un protocolo para evaluar la calidad del agua en cuanto a la biodiversidad acuática. Estos son algunos de los trabajos investigativos que se han desarrollado con el propósito de generar información científica útil para el proceso de modelamiento de impactos ambientales en la subcuenca.

Otra de las actividades desarrolladas dentro de la gestión integrada de la subcuenca, es el reordenamiento territorial y la planificación participativa. Este proceso inició con la definición del análisis de vulnerabilidad de las áreas productivas dentro las unidades piloto. Para

ello, se creó un índice de vulnerabilidad considerando principalmente seis parámetros -pendiente del terreno, cobertura vegetal, frecuencia de lluvias (precipitación), presencia e intensidad de vientos, época (lluviosa y seca) y la textura del suelo. Estos indicadores seleccionados se establecieron a través del trabajo en grupos focales con técnicos y productores de la zona (Cuadro 10).

Cuadro 10. Índice de vulnerabilidad definido para las coberturas vegetales más comunes en la subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Tipo de cobertura	Coefficiente de Vulnerabilidad*
Pasturas naturalizadas y suelo en descanso	0,20
Pasturas mejoradas	0,17
Pajonales	0,10
Cultivos	
Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	0,50
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	0,20
Quinua (<i>Chenopodium</i> sp)	0,45
Chochos (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	0,30
Tubérculos andinos	0,35
Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	0,25
Maíz duro (<i>Zea mays</i> L.)	0,60
Tomate riñón (<i>Lycopersicum sculentum</i> L.)	0,30
Maíz dulce (<i>Zea mays</i> L.)	0,60
Mora (<i>Rubus glaucus</i>)	0,35
Tomate de árbol (<i>Solanum betacea</i>)	0,40
Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	0,20
Parches de bosques con especies nativas	0,05
Parches de bosque con especies exóticas (<i>pino Pinus</i> sp)	0,40
Suelo descubierto (suelo preparado)	0,95

Fuente: Programa INIAP-SANREMC'RSP-SENACYT, 2007.

* Valores entre 0 y 1: 0= no vulnerable y 1= altamente vulnerable

Este proceso inició con la georeferenciación de las fincas y la caracterización del uso actual del suelo para la elaboración de mapas de las fincas que sirvieron como instrumentos para el análisis compartido -entre productores y técnicos- sobre el estado del capital Natural. Los mapas se utilizaron para priorizar las áreas de trabajo. A través del proceso de evaluación participativa de las áreas de mayor vulnerabilidad se seleccionaron -también de manera participativa- las mejores prácticas de manejo -*Best Management Practices* BMP- para el mejoramiento y conservación de los recursos naturales como suelo y agua (Figura 18). Se generó un plan de mejoramiento e implementación consensuado para las áreas productivas definidas en cada unidad piloto, el cronograma de implementación, y se definieron los aportes por parte del productor y el programa.

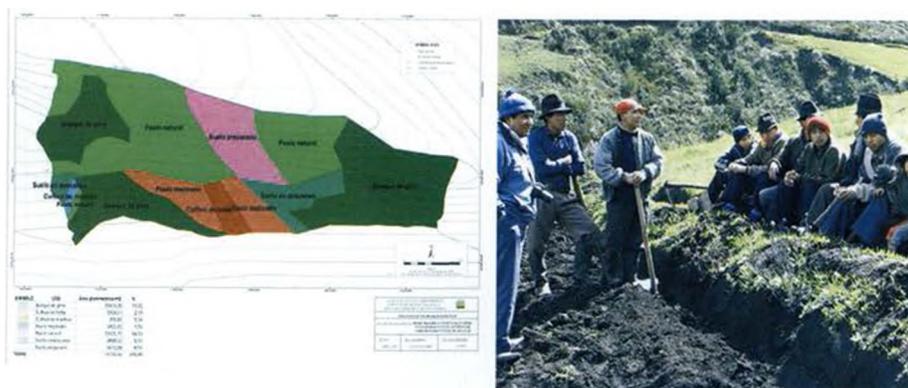


Figura 18. Planificación participativa para la priorización de áreas vulnerables e implementación de las mejores prácticas de manejo. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Con el propósito de determinar el estado del capital Natural, se está desarrollando un estudio sobre la riqueza, densidad y abundancia de especies arbóreas y arbustivas en zonas de recarga hídrica. Se trata de un estudio participativo basado fundamentalmente en la percepción local.

Con la ayuda de los productores de las unidades piloto de la microcuenca del río Illangama se están fotodocumentando las especies nativas. Se han implementado transectos permanentes de observación para caracterizar a las especies arbóreas y arbustivas en remanentes de bosques y parches de bosque.

En relación a la biodiversidad arbórea y arbustiva (Figura 19) en la microcuenca del río Illangama se ha registrado una riqueza de 51 especies, en las que se incluyen especies conocidas localmente como *Platuquero*, *Yanaquero*, *Uchumuyo*, *Huallua* y *Quishuar negro* que solo se encontraron en una finca. Las especies arbóreas exóticas como el eucalipto *Eucalyptus globulus* y pino *Pinus radiata* son las especies más abundantes.



Figura 19. Biodiversidad arbórea y arbustiva en zonas de recarga hídrica. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Aunque el enfoque de cuencas hidrográficas se muestra promisorio para la solución de problemas ambientales, hay que superar una serie de obstáculos, durante su aplicación. En este documento se describe un

complejo y permanente esfuerzo en la gestión de cuencas hidrográficas en dos microcuencas -Illangama y Alumbre- de la subcuenca del río Chimbo que involucra un aprendizaje social y un manejo adaptativo constante. Nuestro enfoque consiste en combinar métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una representación matizada y contextual de los patrones de uso de la tierra y de cómo afectarían a la política pública el cambio de estos patrones.

7. Conclusiones

El enfoque de gestión integrada de cuencas hidrográficas es un enfoque integrador que involucra la participación activa y permanente de los actores locales. Para el análisis de cuencas hidrográficas se requiere de una amplia cantidad de datos digitalizados y herramientas que son de limitada disponibilidad en las zonas de alta montaña. La gestión de cuencas hidrográficas también requiere de la cooperación, competencia y la alianzas entre los niveles de gobierno local y regional.

Las diferencias étnicas y sociales pueden inhibir la participación de los actores en el proceso. Se encontraron diferencias relevantes en las estructuras sociales, económicas y ambientales y en las condiciones biofísicas de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Estas diferencias tienen importantes implicaciones para la aplicación de nuestro enfoque debido a que éste se basa en la interacción regular entre el equipo de investigación y las autoridades locales y otras partes interesadas. Los esfuerzos para obtener la confianza de las partes interesadas son importantes, ya que contribuyen en la investigación, en su diseño y la aplicación de políticas.

La historia de trabajo en programas de investigación y desarrollo en la parte alta de la microcuenca hidrográfica del Illangama, combinado con la fuerte tradición de la comunidad indígena en la toma de decisiones contribuyó en el fortalecimiento de nuestro proceso de gestión de cuencas hidrográficas en la zona. Si bien los interesados mostraron escepticismo sobre muchos de los detalles técnicos, es necesario señalar que estuvieron receptivos y dispuestos a aprender.

En la microcuenca del río Alumbre, se evidenció menos familiaridad con el equipo de investigación y una estructura social más heterogénea,



lentitud de progresos, por lo que ha demandado mayor esfuerzo para motivar e involucrar a los interesados. Actualmente, por los trabajos realizados en esta microcuenca, los pobladores están mostrando mayor interés y participan más activamente en las actividades de capacitación e implementación de nuevas alternativas.

En las dos microcuencas, lo económico, lo social y geográfico son condiciones que limitan las opciones de medios de vida. La pobreza es generalizada, la productividad agrícola es baja, los ingresos se concentran en un número limitado de actividades. La mayoría de los residentes reconocen la importancia del ambiente, pero pocas medidas se están adoptando para preservarlo. Los bajos ingresos limitan el "espacio económico" que puede ser necesario invertir en tecnologías que conservan los recursos, ya que no es generalizado el conocimiento sobre alternativas amigables con el ambiente. Nuestra investigación está diseñada para mejorar la productividad, identificar alternativas para las estrategias de vida, e introducir estrategias para aumentar los ingresos y al mismo tiempo proteger el capital Natural.

La heterogeneidad social y física de las dos microcuencas hidrográficas, hace de la zona un buen caso de estudio y prueba la innovación constante y adaptación de la gestión de cuencas hidrográficas. Este esfuerzo integra varias formas de análisis social con modelamiento bio-físico para crear una imagen objetiva de la relación entre la política y otras intervenciones, los patrones de uso de la tierra y ambientales. El enfoque integral también estimula la participación de las partes interesadas, durante todo el proceso, que aumenta la probabilidad de que las recomendaciones sean adoptadas en un futuro mediático.

8. Reflexiones para acciones futuras

Desde las lecciones aprendidas en el proceso en la subcuenca del río Chimbo, se evidencia que para seguir trabajando participativamente con el enfoque de cuencas hidrográficas, desde la equidad social, de género y ambiental, como programa innovador, se requiere ir consolidando y fortaleciendo las alianzas estratégicas con enfoques interdisciplinarios e integradores, teniendo como actores centrales a los hogares rurales, considerando sus diferentes medios de vida y los activos que poseen, para trabajar desde todas las dimensiones del desarrollo, en esta subcuenca. Es un desafío para el programa tener el objetivo y la capacidad de transformar ese factor potencial que son los hogares rurales en un eficiente factor real de desarrollo.

Referencias bibliográficas

- Andrade, R. 2008. *Household Assets, Livelihood Decisions and Well-being in Chimbo Ecuador*. MSc. Thesis, Department of Agriculture and Applied Economics, Virginia Tech.
- Barrera, V.; Cruz, E.; Núñez, E. y Alwang, J. 2008. *Estrategias de medios de vida que diferencian a los grupos de hogares de la subcuenca del río Chimbo, Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP- y Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación SANREM CRSP. Artículo para publicación.
- Barrera, V.; Cárdenas, F.; Escudero, L. y Alwang, J. 2007. *Manejo de recursos naturales basado en cuencas hidrográficas en agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo: Estudio de Línea Base*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP- y Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación SANREM CRSP. Quito, Ecuador. 146 pp.
- Barrera, V., Cárdenas, F. y Monar, C. 2005. *Diagnóstico participativo con enfoque de género para la subcuenca hidrográfica del río Chimbo*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP- y Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación SANREM CRSP. Quito, Ecuador. 24 pp.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F. 2004. *Manejo del Sistema de Producción “Papa-Leche” en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas*. Editorial ABYA-YALA. Boletín Técnico No. 112. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP-, Centro Internacional de la Papa -CIP- y Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios -PROMSA. Quito, Ecuador. 196 pp.
- Barrera, V. 2004. *Informe Final del Proyecto “Mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería en la ecoregión andina del Ecuador”*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP-, Centro Internacional de la Papa -CIP- y Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios -PROMSA. Quito, Ecuador. 127 pp.

- Calles, J. y Salvador, D. 2007. *Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas del río Alumbre e Illangama, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar*. Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos -ECOCIENCIA. Quito, Ecuador. 25 pp.
- Cañadas, L. 1985. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización –PRONAREG- y Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAG. Quito, Ecuador.
- Chambers, R. y Conway, G. 1992. *Sustainable rural livelihoods: Practical Concepts for the 21st century*. IDS Discussion Paper 296. Brighton, UK: Institute for Development Studies.
- Coxhead, I. y Shively, G. 2005. *Land Use Change in Tropical Watersheds: Evidence, Causes and Remedies*. Cambridge, MA: CABI Publishing.
- DFID. 1998. *Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?*. Department for International Development. Oxford, UK. pp 20-32.
- Doolette, J. y McGrath, W. 1990. *Strategic Issues in Watershed Development*. In: Doolette, J.B. and W. B. McGrath (eds) *Watershed Development in Asia*. World Bank Technical Paper No. 127. Washington, DC: The World Bank.
- Ellis, F. 1998. *Household strategies and rural livelihood diversification*. *Journal of Development Studies* 34 (1): 1-38.
- Estrada, R. y Posner, J. 1999. *Heresy from the Hilltop: How useful is the watershed as an organizing principle for research and development?*. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina –CONDESAN. Lima, Perú. Working Paper, COOR 03/99.
- Flora, C.; Flora, J. y Fey, S. 2004a. *Rural Communities: Legacy and Change*. (2nd edition) Boulder, CO: Westview Press, United States. pp 17 – 20, 60-66.
- Flora, C.; Emery, M.; Fey, S. y Bregendahl, C. 2004b. *Community Capitals: A Tool for Evaluating Strategic Interventions and Projects (en línea)*. North Central Regional Center for Rural Development. Iowa State University. 2 pp. Consultado 18 jun. 2007. Disponible en <http://www.ncrcrd.iastate.edu/projects/commcap/7-capitalshandout.pdf>.

- Gallardo, G. 2000. *Informe Final Memoria Técnica Programa de manejo integrado de recursos naturales en cuencas hidrográficas y un plan de inversiones, en el sector agropecuario*. Consultoría para el Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Gobierno Provincial de Bolívar. 2004. *Plan Estratégico de Desarrollo Provincial, 2004-2024*. Dirección de Planificación. AH/editorial. Guaranda, Ecuador. 224 pp.
- Doolette, J. y McGrath, W. 1990. *Strategic Issues in Watershed Development*. In: *Doolette, J.B. and W. B. McGrath (eds) Watershed Development in Asia*. World Bank Technical Paper No. 127. Washington, DC: The World Bank.
- Guerra-García, G. y Sample, K. (eds). 2007. *La política y la pobreza en los países andinos*. Stockholm: International IDEA.
- Hamilton, S. 1998. *The Two-Headed Household: Gender and Rural Development in the Ecuadorean Andes*. Pittsburgh: The Pitt Latin America Series.
- Holdridge. 1978. *Diagrama para la clasificación mundial de zonas de vida*. Centro científico tropical. San José Costa Rica. Consultado el 14 de abril de 2008. Disponible en <http://www.eclac.org/publicaciones>.
- Jiménez, F.; Faustino, J. y Campos, J. 2006. *Bases conceptuales de la gestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Innovación, aprendizaje y comunicación para la gestión adaptativa de cuencas*. CATIE-ASDI. Turrialba. pp. 1-20.
- Lanjouw, P. 1999. *Rural Nonagricultural Employment and Poverty in Ecuador*. *Economic Development and Cultural Change* 48(1): 91-122.
- Moser, C. 1998. *The Asset Vulnerability Framework: Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies*. *World Development* 26(1): 1--19.
- Rakodi, C. 1999. *A Capital Assets Framework for Analyzing Household Livelihood Strategies*. *Development Policy Review* 17(3): 315--42.
- Reardon, T. y Vosti, S. 1997. *Poverty-Environment Links in Rural Areas of Developing Countries. Sustainability, growth, and poverty alleviation: A policy and agroecological perspective*. Washington, DC: IFPRI pp. 47-65.

- Salafsky, N.; Margoluis, R. y Redford, K. 2001. *Adaptive management: a tool for conservation practitioners*. Washington, DC : Biodiversity Support Program.
- Siegel, P. y J. Alwang. 1999. *An Asset-Based Approach to Social Risk Management: A Conceptual Framework*. Social Protection Discussion Paper 9926. Social Protection Unit, Human Development Network, World Bank, Washington, D.C. Ver www.worldbank.org/sp
- Southgate, D. 1998. *Tropical Forest Conservation: An Economic Assessment of the Alternatives in Latin America*. New York: Oxford University Press.
- Stoian, D. 2006. *Descripción del enfoque de los medios de vida*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Consultado el 20 de julio del 2008. Disponible en intranet.catie.ac.cr
- Winters, P., Crissman, C. y Espinosa, P. 2004. *Inducing the adoption of conservation technologies: lessons from the Ecuadorian Andes*. *Environment and Development Economics* 9: 695–719.

Anexos

Anexo 1. Características de los hogares clasificados en el grupo 1 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	5
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	93%
Años de estudio del jefe de familia	3,87 años
Edad del jefe de familia	43 años
% de hogares que utilizan gas	74
% de participación en eventos de capacitación	37
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	100%
% de hogares con tierras propias	86
Tamaño promedio de la finca	3,36 ha
Rubros agrícolas	papa, pastos naturales y mejorados
Rubros de subsistencia en pequeña escala	arveja, cebada, melloco, trigo, haba, chocho, quinua
Disponibilidad de agua para riego	35%
Dedicación de los jornales contratados	cultivo de papa
Dedicación de los jornales familiares	labores pecuarias
Jornales proporcionados por mujeres	33%



Características de los hogares	Observaciones
Participación de las mujeres en las actividades productivas	actividades ganaderas siembra y cosecha de los cultivos
Nivel de ingresos	USD 2 627 por año
Aporte económico de las actividades	
Agrícolas	USD 1 462 por año
Ganaderas	USD 453 por año
Trabajo agrícola fuera de la finca	USD 627 por año
No. promedio de cabezas de ganado	7
% de familias que consideran que sus suelos son de buena calidad	58
% de familias que señalan problemas de erosión	54
% de hogares que señalan disponer de árboles nativos	67
% de familias que señalan realizar prácticas para el manejo de los recursos naturales	2
% de hogares que reportan problemas ambientales	84

Fuente: Programa INIAP-SANREMCSP-SENACYT, 2007.

Anexo 2. Características de los hogares clasificados en el grupo 2 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	6
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	89%
Años de estudio del jefe de familia	4,65 años
Edad del jefe de familia	41 años
% de hogares que utilizan gas	73
% de participación en eventos de capacitación	46
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	96%
% de hogares con tierras propias	100
Tamaño promedio de la finca	2,33 ha
Rubros agrícolas	papa (99%) y pastos mejorados (44%)
Disponibilidad de agua para riego	50%
Dedicación de los jornales contratados	cultivo de papa
Dedicación de los jornales familiares	labores pecuarias
Jornales proporcionados por mujeres	32%

Características de los hogares	Observaciones
Participación de las mujeres en las actividades productivas	actividades ganaderas; siembra y cosecha de papa
Nivel de ingresos	USD 3 256 por año
Aporte económico de las actividades	
Agrícolas	USD 1 814 por año
Ganaderas	USD 642 por año
Trabajo agrícola fuera de la finca	USD 974 por año
No. promedio de cabezas de ganado	8
% de familias que consideran que sus suelos son de buena calidad	59
% de familias que señalan problemas de erosión	46
% de hogares que señalan disponer de árboles nativos	48
% de familias que señalan realizar prácticas para el manejo de los recursos naturales	5
% de hogares que reportan problemas ambientales	86

Fuente: Programa INIAP-SANRIEMCRSP-SENACYT, 2007.

Anexo 3. Características de los hogares clasificados en el grupo 3 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	7
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	91%
Años de estudio del jefe de familia	3,71 años
Edad del jefe de familia	48 años
% de hogares que utilizan gas	82
% de participación en eventos de capacitación	36
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	100%
% de hogares con tierras propias	100
Tamaño promedio de la finca	10.08 ha
Rubros agrícolas	papa, pastos mejorados y pastos naturales
Disponibilidad de agua para riego	36%
Dedicación de los jornales contratados	actividades agropecuarias
Dedicación de los jornales familiares	labores pecuarias
Jornales proporcionados por mujeres	32%



Anexo 4. Características de los hogares clasificados en el grupo 4 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	6
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	74%
Años de estudio del jefe de familia	3,78 años
Edad del jefe de familia	46 años
% de hogares que utilizan gas	84
% de participación en eventos de capacitación	42
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	95%
% de hogares con tierras propias	90
Tamaño promedio de la finca	2,10 ha
Rubros agrícolas	papa, pastos mejorados y pastos naturales
Disponibilidad de agua para riego	21%
Dedicación de los jornales contratados	cultivo de papa
Dedicación de los jornales familiares	labores pecuarias
Jornales proporcionados por mujeres	33%



Características de los hogares	Observaciones
Participación de las mujeres en las actividades productivas	actividades ganaderas; siembra y cosecha de papa
Producción de subsistencia	arveja, cebada, melloco, trigo, haba, chocho y quinua
Nivel de ingresos	USD 2 434 por año
Aporte económico de las actividades	
Agrícolas y ganaderas (queso fresco)	USD 1 563 por año
Ayuda social (bono de desarrollo social)	USD 360 por año
Emigración	USD 819 por año
No. promedio de cabezas de ganado	4
% de familias que consideran que sus suelos son de buena calidad	63
% de familias que señalan problemas de erosión	21
% de hogares que señalan disponer de árboles nativos	79
% de familias que señalan realizar prácticas para el manejo de los recursos naturales	0
% de hogares que reportan problemas ambientales	95

Fuente: Programa INIAP-SANREMCSP-SENACYT, 2007.

Anexo 5. Características de los hogares clasificados en el grupo 1 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	5
Presencia de mestizos	64%
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	90%
Años de estudio del jefe de familia	4,72
Edad del jefe de familia	52 años
% de hogares que utilizan gas	18
% de participación en eventos de capacitación	9
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	27
% de hogares con tierras propias	91
Tamaño promedio de la finca	8,32 ha
Rubros agrícolas	papa, pastos mejorados y pastos naturales
Disponibilidad de agua para riego	12%
Dedicación de los jornales contratados	producción de maíz y fréjol
Dedicación de los jornales familiares	producción de leche

Características de los hogares	Observaciones
Jornales proporcionados por mujeres	29%
Nivel de ingresos	USD 4 598 por año
Aporte económico de las actividades	
Agrícolas (maíz y fréjol)	USD 2 493 por año
Ganadera (venta de leche)	USD 490 por año
Actividades comerciales o negocios propios	USD 1 526 por año
Actividades fuera de la finca con salario	USD 1 707 por año
No. promedio de cabezas de ganado	7
% de familias que consideran que sus suelos son de buena calidad	48
% de familias que señalan problemas de erosión	69
% de hogares que señalan disponer de árboles nativos	70
% de familias que señalan realizar prácticas para el manejo de los recursos naturales	3
% de hogares que reportan problemas ambientales	81

Fuente: Programa INIAP-SANREMC RSP-SENACYT, 2007.

Anexo 6. Características de los hogares clasificados en el grupo 2 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	5
Presencia de mestizos	63%
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	78%
Años de estudio del jefe de familia	4,56 años
Edad del jefe de familia	55 años
% de hogares que utilizan gas	28
% de participación en eventos de capacitación	5
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	30
% de hogares con tierras propias	62
Tamaño promedio de la finca	2,30 ha
Rubros agrícolas	maíz blanco, fréjol, pastos naturales
Producción de subsistencia	arveja, cebada, trigo y chocho
Disponibilidad de agua para riego	7%
Dedicación de los jornales contratados	producción de maíz y fréjol



Anexo 7. Características de los hogares clasificados en el grupo 3 de las estrategias de vida en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características de los hogares	Observaciones
Número de miembros de familia	4
Presencia de mestizos	69%
Participación del hombre como responsable del manejo del hogar	79%
Años de estudio del jefe de familia	4,62 años
Edad del jefe de familia	61 años
% de hogares que utilizan gas	24
% de participación en eventos de capacitación	10
Participación de los jefes de familia en las organizaciones locales	19
% de hogares con tierras propias	93
Tamaño promedio de la finca	6,63 ha
Rubros agrícolas	maíz blanco, fréjol, arveja, cebada, trigo, chocho y pastos naturales
Disponibilidad de agua para riego	10%
Dedicación de los jornales contratados	producción de maíz y fréjol
Jornales proporcionados por mujeres	24%



Características de los hogares	Observaciones
Nivel de ingresos	USD 1 847 por año
Aporte económico de las actividades	
Agrícolas (maíz y fréjol)	USD 628 por año
Actividades agrícolas fuera de la finca	USD 483 por año
Ayuda social (bono de desarrollo social)	USD 628 por año
No. promedio de cabezas de ganado	5
% de familias que consideran que sus suelos son de buena calidad	45
% de familias que señalan problemas de erosión	64
% de hogares que señalan disponer de árboles nativos	76
% de familias que señalan realizar prácticas para el manejo de los recursos naturales	7
% de hogares que reportan problemas ambientales	60

Fuente: Programa INIAP-SANREMCRSP-SENACYT, 2007.