



Experiencias en el manejo integrado de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador

EDITORES:

Víctor Hugo Barrera • Jeffrey Alwang • Elena Cruz

Quito-Ecuador

Noviembre, 2010





GOBIERNO NACIONAL DE
LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Dr. Ramón Espinel
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 naturales: suelos, agua y biodiversidad, así como la preservación del ambiente, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.



Es un Programa de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos, responsable de apoyar la investigación científica en el manejo integrado de los recursos naturales a nivel mundial, en 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 una institución 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 Estación Experimental Santa Catalina del INIAP

PRIMERA EDICION

Documento Técnico No. 2

Fotografías

Técnicos del INIAP

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Estación Experimental Santa Catalina

Panamericana Sur km. 1

Casilla: 17-10-340

Quito-Ecuador

Telf: 593-2-300-6140

E-mail: vbarrera70@hotmail.com

Web: www.iniap-ecuador.gov.ec

SANREM CRSP

Virginia Polytechnic Institute and State University

Office of International Research and Education

526 Prices Fork Road (0378)

Blacksburg, VA 24061

Telf: 1-540-231-6338

Fax: 1-540-231-2439

E-mail: sanrem@vt.edu

Esta obra debe citarse así:

Barrera, V.; Alwang, J. y Cruz, E. 2010 (Eds.). *Experiencias en el manejo integrado de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador*. INIAP-SANREM CRSP-SENACYT. Editorial ABYA-YALA. Quito, Ecuador. 316 pp.

Diseño, diagramación e impresión

Editorial Abya Yala, Telfs: 2 506-251/2 506-267

Noviembre, 2010

Quito-Ecuador

El contenido de este documento técnico es de responsabilidad exclusiva de los autores y no representa necesariamente el punto de vista de las instituciones o personalidades que han colaborado en su formulación y edición.

© Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2010

Primera edición, noviembre 2010

Número de derecho de autor: 034676

ISBN: 978-9978-92-943-8

Índice

7	Presentación
9	Agradecimientos
11	Introducción (V. Barrera, J. Alwang, E. Cruz)
15	Caracterización de la subcuenca del río Chimbo-Ecuador: microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama (V. Barrera, M. González, L. Escudero, C. Monar)
25	Introducción (V. Barrera, J. Alwang, E. Cruz)
39	Caracterización de la subcuenca del río Chimbo-Ecuador: microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama (V. Barrera, M. González, L. Escudero, C. Monar)
69	Enfoques y Modelo en la Gestión de la Subcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama (V. Barrera, J. Alwang, E. Cruz)
89	Estrategias de medios de vida que diferencian a los grupos de hogares de la subcuenca del río Chimbo, Ecuador (V. Barrera, J. Alwang, E. Núñez)
113	Relaciones de género en las estrategias de vida y toma de decisiones en la microcuenca del río Illangama (E. Cruz, F.M. Cárdenas, M. González)
133	Viabilidad socio-económica y ambiental del sistema papa- leche en la microcuenca del río Illangama-Ecuador (V. Barrera, J. Alwang, E. Cruz)

- 173 • Análisis de la cadena de valor de la leche y sus derivados en la microcuenca del río Illangama
(E. Cruz, M. Céleri, V. Barrera)
- 203 • Cambios en políticas y su impacto en el nivel de bienestar de los hogares rurales de la subcuenca del río Chimbo
(R. Andrade, J. Alwang, V. Barrera)
- 225 • Análisis de la institucionalidad para el uso y manejo del agua en la subcuenca del río Chimbo
(V. Barrera, R. Anderson, E. Cruz, L. Escudero, J. del Pozo, H. Borja)
- 241 • Calidad del agua de los ríos Illangama y Alumbre establecida a través de bioindicadores acuáticos e indicadores físico-químicos
(J. Calles, W. Flowers, E. Cruz, L. Escudero, C. Monar)
- 269 • Biodiversidad arbórea y arbustiva en la subcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre
(E. Cruz, F. Chamorro, L. Escudero, C. Monar)
- 287 • Zonificación agroecológica de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre: contexto sectores dispersos
(A. Cárdenas, C. Montúfar)
- 303 • Evaluación de la pérdida productiva y económica por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca del río Alumbre, provincia Bolívar-Ecuador
(F. Valverde, E. Cruz, Y. Cartagena, E. Chela, C. Monar)
- 309 • Experiencias de la implementación de las mejores prácticas de manejo de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo
(V. Barrera, E. Cruz, J. Alwang, L. Escudero, C. Monar, H. Fierro, N. Monar)
- 317 • Lecciones aprendidas y recomendaciones
(V. Barrera, J. Alwang, E. Cruz)

Presentación

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP), con el invaluable apoyo técnico y financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) del Gobierno Nacional de Ecuador, han promovido la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) para el manejo de los recursos naturales: suelo, agua y biodiversidad, dentro del marco del programa *Manejo Integrado de Recursos Naturales para Agricultura de Pequeña Escala en la Subcuenca del río Chimbo*. Estos recursos naturales han sido por muchos años el sustento de la seguridad alimentaria de las comunidades rurales pobres, principalmente de la sierra ecuatoriana, que últimamente por su uso inadecuado, debido a malas prácticas de manejo y condiciones climáticas adversas, han llegado a límites impensables de vulnerabilidad, dando como resultado una contradicción a lo que todas las instituciones que trabajan en la I+D+i esperan: ***“Desarrollo Humano Sostenible”***.

Investigadores nacionales e internacionales, participantes de este programa colaborativo desde el año de 2005, han venido generando valiosas alternativas tecnológicas y de sustento, no solo para el beneficio de los agricultores de la subcuenca del río Chimbo, sino también para los agricultores localizados en la cuenca baja del río Guayas y principalmente para los pobladores de ciudades como Guaranda, Chillanes, Babahoyo y Guayaquil, quienes se benefician finalmente del recurso agua que se genera en la parte alta de la subcuenca. Durante este período, la I+D+i para promover el manejo de los recursos naturales, enfocada en la *Gestión Integrada de Cuen-*

cas, ha sido el aspecto preponderante para disponer de alternativas para el manejo sostenible de los recursos, que por cierto son amplias y variables.

Una meta establecida al principio del programa, por parte de los investigadores, fue el dejar plasmado todo su esfuerzo y conocimiento en un documento técnico que contenga la información que ilustre el potencial del *Enfoque de Gestión Integrada de Cuencas*. Ha sido importante observar cómo investigadores de diferentes especialidades y nacionalidades han conjuntado esfuerzos para consolidar y plasmar la información dentro de un conjunto de artículos que se reportan en este documento técnico, el cual estoy seguro será un aporte importante para impulsar la I+D+i para el manejo de los recursos naturales en el país.

No quiero dejar pasar la oportunidad para expresar mi profundo agradecimiento al Dr. Jeffrey Alwang de la Universidad de Virginia Tech, quien ha sido la persona que más ha contribuido en la implementación del programa y ha proporcionado lineamientos claros y precisos a los investigadores involucrados para que todas las investigaciones lleguen a una feliz culminación. También quiero agradecer a los diferentes actores e instituciones que promovieron la *Planificación Participativa de la subcuenca del río Chimbo*, sin cuyo aporte no hubiera sido posible desarrollar toda la tarea encomendada al INIAP y mucho menos plasmar todo ese conocimiento en este documento técnico.

Ing. Víctor Hugo Barrera, Ph.D.
Investigador del INIAP

Agradecimiento

El INIAP y el Programa 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. En sus áreas de trabajo se planteó el manejo integrado de sus recursos naturales, acompañado del mejoramiento de las estrategias de vida, con equidad social y de género, adecuadas a su realidad. Así se construyó las bases conceptuales y metodológicas para implementar el **Enfoque de Gestión Integrada de Cuencas**, que permite mejorar y mantener los recursos naturales, la seguridad alimentaria y los ingresos por ventas de sus limitados excedentes, así como su difusión a otras áreas.

En forma similar, el INIAP y el SANREM CRSP agradecen la contribución de la SENACYT, financiada por el Gobierno Nacional del Ecuador, que es significativa en la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) Agrícola de la subcuenca del río Chimbo, mediante el apoyo de diferentes actividades del programa, contribuyendo de esta manera al desarrollo de las comunidades más pobres del Ecuador, como son las que se localizan en la zona Alto Andina.

Finalmente, el INIAP y el SANREM CRSP quieren dejar expreso su agradecimiento a todas las personas e instituciones que de una u otra forma han contribuido a la **Gestión Integrada de la Subcuenca del río Chimbo**, que estamos seguros va a contribuir en el desarrollo de sus pobladores, a través del mejoramiento de sus estrategias de vida y recursos naturales como agua, suelo y biodiversidad.

Introducción

Los seres humanos localizados en los Sistemas Alto Andinos están invadiendo cada vez más las áreas frágiles en las zonas altas, al ampliar la frontera agrícola, por las presiones de las poblaciones ubicadas en las partes bajas. 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.

El alto grado de vulnerabilidad al cambio climático y las crecientes amenazas emergentes de él en el país, han tenido repercusiones económicas que alcanzan a millones de dólares en pérdidas en las últimas décadas. El cambio climático es por tanto la mayor amenaza que enfrentarán los pequeños productores de estos sistemas para mejorar la producción de alimentos, aumentar sus ingresos *y conservar los recursos naturales como suelo, agua y biodiversidad.*

En las soluciones a los problemas ambientales en los Sistemas Alto Andinos, 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 la identificación de 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 Gestión Integrada de Cuencas*, para el manejo de los recursos naturales, 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 de agua es una preocupación primordial. Sin embargo, las cuencas 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.

Durante, por lo menos, las últimas cuatro décadas, la realidad nacional del país en donde está incluida la agropecuaria, en la cual se basa el sustento de las comunidades rurales pobres, ha hecho que los presupuestos del Estado para impulsar los servicios públicos de I+D+i agrícola se vean disminuidos; por esa razón, actualmente se ha delegado esa responsabilidad a los actores que impulsan el desarrollo, llámense estas organizaciones y comunidades rurales, universidades, gobiernos regionales, seccionales y locales, así como al sector privado. Esto demanda, entonces, mayor esfuerzo, participación y liderazgo por parte de los hogares rurales, así como la tarea de formar verdaderos equipos interdisciplinarios e interinstitucionales, capaces de contribuir en el **manejo integrado de los recursos naturales de las áreas más vulnerables localizadas en las cuencas**.

Este documento técnico, resume estudios que contribuyen a la **Gestión Integrada de Cuencas** realizados por investigadores nacionales e internacionales, en por lo menos cinco años de actividades de I+D+i, presenta una mirada cercana a los problemas que atraviesan las comunidades localizadas a nivel de la subcuenca del río Chimbo y propone algunas alternativas desde el punto de vista de la I+D+i agrícola, para que en un futuro los hogares se proyecten a la conservación y manejo de los recursos naturales a través de la adopción de las alternativas tecnológicas y de sustento propuestas.

Este documento técnico está basado en una serie de artículos que giran en torno a cuatro temáticas generales: el modelo de gestión de la subcuenca del río Chimbo; los planteamientos de I+D+i que mejoran las estrategias de vida y los recursos naturales; el plan de implementación de las mejores prácticas de manejo; y un apartado final sobre el mensaje de lecciones

aprendidas en el ámbito del manejo de los recursos naturales basado en la Gestión Integrada de Cuencas.

Desde esta perspectiva, el propósito de este documento técnico es mostrar las experiencias sobre un complejo esfuerzo para la Gestión Integrada de la subcuenca del río Chimbo en Ecuador, la misma que cuenta con el apoyo técnico y financiero del Gobierno Nacional del Ecuador a través de la SENACYT y la USAID a través del SANREM CRSP, liderado por la Universidad de Virginia Tech. Este esfuerzo es de largo alcance y continuará por muchos años más, pero muchas lecciones aprendidas señalan que la Gestión Integrada de Cuencas responde a un proceso adaptativo, participativo y de aprendizaje social que debe ser permanente e innovador.

Finalmente, los autores de los diferentes artículos de este documento técnico quieren dejar el mensaje a los responsables del cuidado de los recursos naturales y del ambiente en el país y a los que toman las decisiones políticas para que coadyuven esfuerzos en pro de continuar apoyando acciones que promuevan alternativas de manejo de los recursos naturales, los mismos que están bajo la custodia de los más pobres y vulnerables de este país.

Caracterización de la subcuenca del río Chimbo-Ecuador: microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama

UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

La subcuenca del río Chimbo tiene una extensión aproximada de 3 635 km² (Figura 1) y comprende parte de los territorios de dos provincias de la región alto-andina de Ecuador (Bolívar y Chimborazo). Dentro de esta subcuenca, las actividades del programa se desarrollan en dos microcuencas: Illangama y Alumbre. La microcuenca del río Illangama tiene una superficie de 130,66 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; en cambio, la microcuenca del río Alumbre tiene una superficie de 65,40 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.

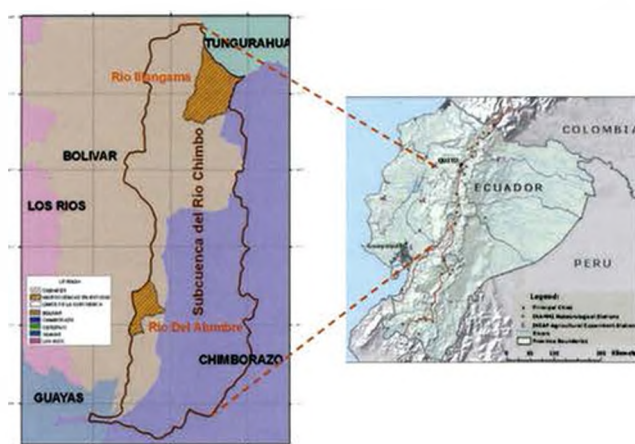


Figura 1. Localización de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

CONDICIONES AGRO-ECOLÓGICAS Y PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones agro-ecológicas y las principales actividades productivas que se desarrollan en las microcuencas.

Cuadro 1

Descripción de algunas características de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Condiciones agro-ecológicas	Principales actividades productivas
Microcuenca del río Illangama • Región: Páramo y meseta andina. • Zona de vida: Subalpino o Boreal, Montano, Montano Bajo y Zona Templada Fría. • Temperatura promedio °C.: 7–13. • Altitud m.: 2 800–5 000. • Nubosidad: baja – media. • Precipitación anual mm: 500–1 300	• 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 • Región: Meseta andina y subtrópico. • Zona de vida: Montano Bajo y Pre Montano. • Temperatura promedio °C.: 15–19. • Altitud m.: 2 000–2 800. • Nubosidad: baja – media. • Precipitación anual mm: 750–1 400	• Agricultura -maíz, fréjol, arveja, lenteja, mora, tomate de árbol, baba-co, 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: Barrera *et al.*, 2008.

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

Cuadro 2.
Descripción de las 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	16,5
	Inceptisol+Entisol	2 144	39,0
	Mollisol y Mollisol + Inceptisol	2 447	44,5

Fuente: Barrera *et al.*, 2008.

CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

De acuerdo al índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en la subcuenca del río Chimbo, aproximadamente el 77% de la población es pobre y sus ingresos económicos oscilan entre USD 120 y USD 160 por mes (Barrera *et al.*, 2008). La población de la subcuenca es altamente dependiente de los beneficios que genera la agricultura¹, con poca tenencia de la tierra, baja productividad y degradación ambiental asociadas con la prevalencia más alta de pobreza en Ecuador. Esta situación define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del capital natural o los efectos del cambio climático.

Las familias en la microcuenca del río Illangama están integradas en promedio por seis miembros, mientras que en la microcuenca del río Alumbre están conformadas 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 cuenta con educación pri-

1 Sobre el 60% de la población económicamente activa en Bolívar se dedica a la agricultura. Más del 55% de tierra arable está dedicada a pasto perenne o permanente.

maria, con un promedio de tres años de estudio aprobados -microcuenca del río Illangama- y cuatro años -microcuenca del río Alumbre.

Desde el punto de vista económico, el 33,65% de la población de la subcuenca tiene a la actividad agrícola como la principal, mientras que un 63,49% como actividad secundaria. En la subcuenca, la población produce quince rubros agrícolas, que además forman parte de la dieta alimenticia familiar y sirven de sustento para la producción animal. En la microcuenca del río Illangama los rubros de mayor importancia económica corresponden al sistema papa-pasto (95% de los hogares tienen pastos y el 100% papas), a diferencia de la microcuenca del río Alumbre donde las actividades agrícolas están más diversificadas con las asociaciones maíz-fréjol, varios cultivos perennes y otros productos. 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.

Las remesas y la repatriación de los fondos obtenidos durante la temporada de migración son fuentes importantes de ingresos en las dos microcuencas, pero es más importante en la del río Alumbre. 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.

La estructura social es muy distinta en las dos microcuencas. En el 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 tienen mayor nivel educativo -6 años de educación- en relación a las mujeres adultas (5,3 años). En el Illangama (Cuadro 3), el nivel educativo de las mujeres adultas es menor (3,9 años de educación).

Cuadro 3.
Características socio-económicas de las microcuencas en estudio.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Características	Alumbre	Illangama
Hogares con cabezas de familia masculinas	82,80	87,20
Tamaño de hogar	4,70	5,80
Tasa de dependencia	0,47	0,50
Años de educación del jefe de hogar	4,30	4,50
Nivel más alto de escolaridad (años)		
Hombres	6,20	5,90
Mujeres	5,30	3,90
% Indígenas	34,90	100,00
% de Migración	40,20	53,00
% de Migración a Quito	67,40	87,10
% Migración a otras partes Ecuador	13,20	12,90
% Migración internacional	19,10	0,00

Fuente: Barrera *et al.*, 2008.

El porcentaje de emigración en las microcuencas es alto, 53% en la microcuenca del río Illangama y 40,2% en el Alumbre. El principal destino de emigración es la ciudad de Quito. Se registra un 19,1% de emigración al extranjero de pobladores de la microcuenca del río Alumbre (Cuadro 3). Estas diferencias reflejan un patrón de emigración donde los indígenas tienen un menor número de destinos quizá debido a factores culturales y a barreras idiomáticas. En ambas zonas, los agricultores se enfrentan a decisiones entre las estrategias de subsistencia para aprovechar los márgenes de utilidad agrícola y las decisiones sobre inversiones fuera de la agricultura, como bienes de producción.

Por otro lado, los asentamientos poblacionales son relativamente jóvenes, la parte alta de la subcuenca fue poblada por grupos indígenas reasentadas 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.

Las dos zonas siguen siendo en gran medida dependientes de la agricultura de subsistencia, pero las familias cada vez más buscan oportunidades fuera de la finca. Los ingresos agrícolas son de mucha importancia así como también los ingresos fuera de la finca que significan alrededor del 57% de los ingresos para las familias en Alumbre y el 27% para las familias del Illangama (Cuadro 4).

Cuadro 4.
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 (% fuente ingresos - línea base)	Porcentaje del total de ingresos	% fuente de ingresos de los hogares (% fuente ingresos - línea base)
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: Barrera *et al.*, 2008.

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 el 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 el 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.

CONDICIONES AMBIENTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

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

Los principales problemas ambientales que afectan a las dos microcuencas son: 1) la contaminación del agua por agro-químicos², 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, ya que el 90% de los hogares

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

reconocen estos problemas. Aproximadamente, el 85% de los hogares 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 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, 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.

IMPORTANCIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHIMBO EN RELACIÓN AL AGUA QUE VA AL RÍO GUAYAS

En la provincia de Bolívar, todo su sistema hídrico vierte sus aguas al macro sistema hidrográfico de la cuenca del río Guayas, siendo estratégica y vital en la generación de recursos hídricos, por cuanto del 30 a 40% de aportes en caudal de los 36 572 m³/año de agua que recibe el río Guayas, provienen de este sistema (GPB, 2004). Este sistema hidrográfico está conformado por la cordillera del Chimbo, la cual atraviesa longitudinalmente de norte a sur a Bolívar casi por la mitad del territorio, siendo como una línea divisoria de aguas, formando dos secciones muy diferentes: el flujo hídrico de la sección oriental y el de la sección occidental. El flujo hídrico de la sección oriental ha originado la formación del río Chimbo a la altura del cantón Guaranda (donde se ubica la capital provincial), el cual recorre de norte a sur a la provincia, conformando la subcuenca del río Chimbo, que es el sistema hidrográfico más importante de Bolívar. En la sección occidental, en cambio, el flujo hídrico se dirige hacia dos sistemas de mayor magnitud ubicados en la costa ecuatoriana: el sistema de los afluentes del

Zapotal y sistemas de afluentes del Catarama. El flujo hídrico hacia el sistema del río Guayas fluye a través del río Babahoyo. En el caso del sistema del río Chimbo, antes de llegar al del río Guayas, se convierte en afluente del río Yaguachi.

En la subcuenca del río Chimbo, los principales problemas de los sistemas hídricos, tienen relación con la contaminación de sus ríos por varias causas:

- Son vertederos directos de aguas negras y servidas sin previo tratamiento de purificación, sobre todo de centros poblados y en la eliminación de desechos de granjas, camales y basuras, y materiales arrojados a los ríos, que contaminan y ponen en peligro la salud humana.
- El alto flujo erosivo de la provincia origina un alto nivel de sedimentación y turbidez del agua. De acuerdo a datos proporcionados por el Gobierno Provincial de Bolívar, se estima que sólo en la subcuenca del Chimbo se registran alrededor de 8'000 000 de toneladas métricas de sedimentos anuales (GPB, 2004).
- La contaminación por agroquímicos utilizados en forma incontrolada en la producción agrícola, cuyos residuos llegan a las fuentes hídricas por escorrentía.
- La alarmante reducción del caudal hídrico debido a los grandes procesos de deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria en zonas frágiles y generadoras de agua como los páramos y las cejas de montaña, así como la mala administración y uso inadecuado de los recursos naturales.

El problema de la contaminación de estos ríos incide directamente en el deterioro de la calidad de vida y la salud humana de la población, así como en animales y vegetales que consumen el agua, constituyéndose en un medio que transporta enfermedades de tipo bacterial y parasitario, no sólo para Bolívar, sino que se extiende a toda la gran cuenca del río Guayas a la cual, como ya se indicó, aporta con 30 a 40% de su caudal de agua.

Dada la importancia del río Chimbo y de la interconexión de actividades económicas, el Gobierno de la Provincia de Bolívar conjuntamente con varios actores de la subcuenca del río Chimbo expresaron su interés en un enfoque de *Gestión Integrada de Cuencas* para promover la *Planificación Participativa* del uso de la tierra.

BIBLIOGRAFÍA

- 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. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.
- Gobierno Provincial de Bolívar. 2004. *Plan Estratégico de Desarrollo Provincial, 2004-2024*. Dirección de Planificación. AH/editorial. Guaranda. Ecuador. 224 pp.

Víctor Barrera, Jeffrey Alwang, Elena Cruz

Enfoques y Modelo de Gestión de la Subcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama

ENFOQUES UTILIZADOS EN LA GESTIÓN DE LA SUBCUENCA

Para la implementación del modelo de *Gestión Integrada de la Subcuenca*, se tomaron en consideración enfoques que han demostrado contribuir en la reducción de la pobreza, garantizar la seguridad alimentaria y promover el manejo de los recursos naturales; estos enfoques son: *Medios de Vida*, *Investigación en Sistemas y Aprendizaje Social*, los cuales sustentan el enfoque de *Gestión Integrada de Cuencas*³.

El Enfoque de Medios de Vida (Figura 1) permitió reconocer cinco grupos de capitales que fueron utilizados para diseñar las estrategias de vida de los hogares de las microcuencas: humano, social, natural, físico y financiero, los cuales fueron utilizados para focalizar el proceso de desarrollo e influenciar en las estrategias del sustento familiar (Chambers y Conway, 1992; DFID, 1998).

3 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).



Figura 1. Enfoque de Medios de Vida propuesto por la DFID (Stoian, 2006).

Se debe reconocer que ninguno de esos capitales actuando independientemente, podía contribuir en él o los procesos de desarrollo de las microcuencas. Fue necesario, entonces, encontrar mecanismos para que todos ellos actúen en una forma coordinada, a través de las diferentes interacciones que entre ellos se iban presentando, condiciones fundamentadas en el Enfoque de Investigación en Sistemas (Figura 2). Se propició el ordenamiento de los componentes de los sistemas de producción y las interrelaciones entre sí o con otros niveles jerárquicos –las fincas, las microcuencas–, para entender fácilmente su integralidad (Hart, 2000; León-Velarde y Barrera, 2003).



Figura 2. Enfoque de Investigación en Sistemas propuesto por Robert Hart (León-Velarde y Barrera, 2003).

Por otro lado, se identificaron los problemas, basados en el análisis humano, social, natural, físico y financiero, lo cual permitió interactuar con las familias desde un inicio y planificar y obtener con ellos las posibles soluciones a sus problemas. Esta estrategia se enmarcó en el Enfoque de Aprendizaje Social (Figura 3), a través de la participación directa de las personas y sus familias, de manera que les incentivó a desarrollarse por sí mismas (Friedmann, 1993). La participación activa de la población en la gestión del programa tuvo como objetivo internalizar el concepto de Aprendizaje Social.



Figura 3. Enfoque de Aprendizaje Social propuesto por John Friedmann (Cazorla y Salvo, 2004).

El diseñar, implementar, monitorear, evaluar y modificar las acciones que se implementaron sobre la marcha del programa, fueron principios que formaron parte del **Manejo Adaptativo** para la generación de conocimiento útil y aplicable en el desarrollo sostenible de la subcuenca del río Chimbo (Salafsky *et al.*, 2001).

MODELO DE GESTIÓN DE LA SUBCUENCA

Desde la perspectiva de estos enfoques se fue diseñando el modelo y las acciones para promover la *Gestión Integrada de la Subcuenca* (Figura 4). Este programa se inició con un **reconocimiento de la subcuenca**, a través de un *sondeo*, mediante el cual se logró seleccionar a las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, como áreas de ingerencia, además que se generó información que facilitó el proceso de caracterización de los sistemas de producción prevalentes en las dos microcuencas. Con los datos del sondeo, sumados a información secundaria recopilada a diferentes niveles, se aplicó una *encuesta formal* a 169 familias de la microcuenca del río Alumbre y 117 del río Illangama. Adicionalmente, se implementó un *diagnóstico participativo* en cada una de las microcuencas para recopilar información que no fue evidente en el sondeo y la encuesta formal. Las tres técnicas de recopilación de información, permitieron establecer el Estudio de Línea Base (Barrera *et al.*, 2007), cuyo objetivo principal era generar información alrededor de las comunidades localizadas en la subcuenca del río Chimbo, que conle-

ve a identificar claramente las **condiciones biofísicas, socio-económicas y ambientales**, que potencializan y limitan el desarrollo de las poblaciones de la subcuenca y que fundamenten las acciones relevantes a implementarse. El **diagnóstico bio-físico y socio-económico** permitió encontrar las **zonas de intervención** en donde se debían establecer los sistemas de producción alternativos -implementados con las mejores prácticas de manejo de los recursos naturales- y de las alternativas de sustento; también fue posible establecer las **intervenciones que a la fecha realizaban las comunidades** asentadas en las zonas establecidas para el desarrollo del programa.

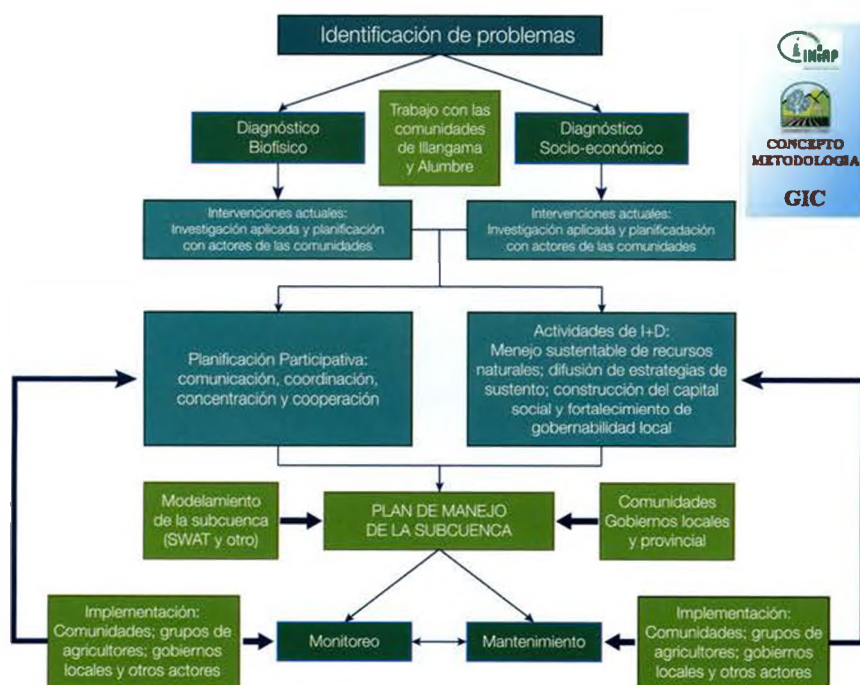


Figura 4. Modelo de Gestión Integrada de la Subcuenca del río Chimbo, Ecuador. Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2008.

Dos grandes componentes fueron definidos para propiciar el **Plan de Manejo de la Subcuenca**; el primero, relacionado con la **Planificación Participativa** y el segundo, con la **Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i)**. En la implementación de las actividades de planificación parti-

pativa, cuatro acciones fueron relevantes: comunicación, coordinación, concertación y cooperación, logradas a través del estableciendo de reuniones de motivación y talleres para informar, definir e implementar acciones. Desde la perspectiva de la I+D+i se puso énfasis en la generación de opciones para el manejo más eficiente y uso sustentable de los recursos naturales, fundamentados en estudios técnicos-científicos a nivel de las microcuencas y dentro de los sistemas de producción piloto del programa, como un mecanismo para diseñar planes de manejo de las áreas vulnerables. Los principales estudios fueron los siguientes:

- Caracterización de los sistemas de producción y de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Definición de las estrategias de los medios de vida que les diferencia a los grupos de hogares de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Caracterización de las relaciones de género en las estrategias de vida y toma de decisiones familiares y comunitarias para el manejo y conservación del capital natural en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Análisis de la institucionalidad y gobernabilidad local creada para la administración y uso del recurso agua en la subcuenca del río Chimbo.
- Análisis de las cadenas de valor de los principales rubros de producción, consumo y mercado en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Análisis de la viabilidad socio-económica y ambiental de los principales sistemas de producción en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Estudio sobre cambios en política y su impacto en el nivel de bienestar de los hogares de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Definición de nuevas alternativas de sustento para los diferentes sistemas de producción localizados en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Establecimiento de un Sistema de Información Geográfica con las diferentes áreas temáticas que caracterizan a la subcuenca del río Chimbo.

- Definición de la zonificación agroecológica de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre a través del contexto sectores dispersos.
- Definición de las áreas de mayor vulnerabilidad física y ambiental en la subcuenca del río Chimbo.
- Evaluación de la calidad del agua de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre a través de bioindicadores acuáticos e indicadores físico-químicos.
- Monitoreo de la cantidad del agua de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre a través de la implementación de un sistema de monitoreo y evaluación de caudales.
- Monitoreo de las condiciones climáticas de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre a través de la implementación de una red de monitoreo climático.
- Análisis de la biodiversidad arbórea y arbustiva de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre para definir las especies con las cuales se va a proteger las áreas vulnerables.
- Análisis de la avifauna de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre para definir las especies a las cuales se les debe prestar mayor atención para su preservación.
- Definición de los bioindicadores terrestres y acuáticos de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre para definir un grupo de organismos que puedan relacionarse con calidad de agua.
- Evaluación de la pérdida productiva y económica por erosión hídrica en los sistemas de producción alternativos pilotos en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Estimación de los contenidos y flujos de carbono de los sistemas de producción prevalentes en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Evaluación de los nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz en la microcuenca del río Alumbre.
- Estudios de labranza reducida en los cultivos de maíz, fréjol, papa y haba prevalentes en los sistemas de producción de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.

- Investigación y validación de prácticas de manejo de los recursos naturales y de los rubros de sustento en los sistemas de producción alternativos pilotos en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.

En la generación de opciones para el manejo más eficiente y uso sustentable de los recursos naturales se priorizaron investigaciones enfocadas a diseñar estrategias de manejo de los recursos naturales, en especial de los recursos suelo, agua y biodiversidad, que fueron consensuadas con las comunidades de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Lo más relevante en esta línea de investigación y validación es el rescate del conocimiento local relacionado con el valor de uso de las especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas presentes en las microcuencas. Este conocimiento ha contribuido en el manejo del recurso suelo con el uso de especies que se encuentran en proceso de erosión genética. Se ha analizado con las familias productoras que el principal problema ambiental es la expansión de la frontera agrícola y con ello la deforestación, el sobrepastoreo, el pastoreo desordenado y por lo tanto se han generado acuerdos para implementar modificaciones tecnológicas y de manejo productivo con el propósito de compatibilizar en el tiempo y en el espacio las actividades humanas con la conservación de los ecosistemas y procesos ecológicos de la zona.

Con las investigaciones socio-económicas y ambientales desarrolladas, a las cuales se sumó el **modelamiento de la subcuenca**, a través del uso de modelos hídricos, se puso en marcha el **Plan de Manejo de la Subcuenca**. Varias acciones se promovieron alrededor del Plan de Manejo, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- Definición e implementación de la planificación participativa para el reordenamiento territorial productivo de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.
- Definición e implementación, en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, de sistemas de producción alternativos pilotos implementados con las mejores prácticas de manejo de los recursos naturales y de las alternativas de sustento.
- Definición e implementación, en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, de un plan de capacitación y difusión de las mejores prácticas de manejo de los recursos naturales y de las alternativas de sustento.

- Definición e implementación del seguimiento y evaluación del Plan de Manejo de la Subcuenca del río Chimbo.

PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA EN LA GESTIÓN DE LA SUBCUENCA

Con los actores locales y regionales –Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Gobierno Provincial de Bolívar (GPB), Municipio de Guaranda (MG) y Municipio de Chillanes (MCH), institucionales –Universidad Estatal de Bolívar (UEB), Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos (ECOCIENCIA), Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (SIGAGRO), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)– y las comunidades que trabajan en programas y proyectos de desarrollo en la subcuenca, se conformó un grupo de actores que promovieron la **Planificación Participativa de la Subcuenca**, a través de la participación permanente en procesos de aprendizaje continuo y experiencial. Este proceso se desarrolló a través de reuniones, talleres e intercambio de experiencias relacionadas con los recursos hídricos y su interrelación con las actividades socioeconómicas y ambientales. De allí surgió como necesidad la organización en grupos de trabajo orientados hacia el manejo de los recursos naturales y la valoración de los recursos hídricos. En las reuniones permanentes que el equipo gestor mantenía con las comunidades, se fue impulsando la idea central de adoptar la *Gestión Integrada de Cuencas* como el marco de acción dentro de la subcuenca; además, se socializó a nivel de comunidades y del Gobierno Provincial de Bolívar, la idea de que el trabajo conjunto hará posible que se promueva el desarrollo integral sostenible de las microcuencas en estudio.

A través de las primeras etapas de la *Planificación Participativa de la Subcuenca* surgió la idea de que el Gobierno Provincial de Bolívar cree la Unidad de Gestión Ambiental, para lo cual el programa se comprometió en el fortalecimiento y capacitación del equipo técnico de esta unidad. La alianza estratégica con el Gobierno Provincial de Bolívar es de suma importancia, debido a que se trata del ente que debe promover las políticas públicas a nivel provincial y de esta forma se espera que oriente, lidere y

propicie la toma de decisiones que contribuyan al mejoramiento y protección del capital natural dentro de esta subcuenca. Esta idea no ha calado de forma efectiva en el Gobierno Provincial, sin embargo, se espera que el apoyo político para la *Gestión Integrada de la Subcuenca* se vaya consolidando en el transcurrir del tiempo. En este punto, es relevante señalar que en varias reuniones con el personal del Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador (CONCOPE), se ha visto la factibilidad de promover la experiencia del programa en la *Gestión Integrada de la Subcuenca*, para que sea promovido e implementado en el resto de Gobiernos Provinciales del país.

En referencia a la construcción del capital social, el reforzamiento de la gobernabilidad local y la contribución a la estabilidad económica y social, en una primera etapa, se puso especial énfasis en la construcción de un programa de capacitación en la Gestión Integrada de Cuencas, desde el enfoque socio-económico y ambiental para los actores participantes, que responda a sus necesidades. Se realizaron estudios para analizar el estado de las organizaciones e instituciones desde la institucionalidad y el tejido social alrededor de la preservación del capital natural. La *Planificación Participativa de la Subcuenca* es una de las principales acciones que promueve el fortalecimiento del capital social y el desarrollo de las capacidades locales para el proceso de *Gestión Integrada de la Subcuenca*, debido a que se han generado espacios para la participación activa, generación de una agenda compartida, el aprendizaje y el fortalecimiento de las acciones que el programa ejecuta.

BIBLIOGRAFÍA

- 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. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.
- 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.
- 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.

- DFID. 1998. *Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?*. Department for International Development. Oxford, UK. pp 20-32.
- Friedmann, J. 1993. *Toward and Non-Euclidean Mode of Planning*. In: *Journal of American Planning Asociation*, 482. Chicago.
- Hart, R. 2000. *Farming System Research's expanding conceptual framework*. In: M. Collinson (Ed.). *A history of farming systems research*. CABI United Kingdom, pp. 41-51.
- Jiménez, F.; Faustino, J. y Campos, J. 2006. *Bases conceptuales de la coestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Innovación, aprendizaje y comunicación para la coestión adaptativa de cuencas*. CATIE-ASDI. Turrialba. pp. 1-20.
- León-Velarde, C. y Barrera, V. 2003. *Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador*. Editorial Tecnigrava. Boletín Técnico No. 95. INIAP-CIP-PROMSA-SLP. Quito, Ecuador. 187 pp.
- Salafsky, N.; Margoluis, R. y Redford, K. 2001. *Adaptive management: a tool for conservation practitioners*. Washington, DC : Biodiversity Support Program.
- 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.



ESTUDIOS SOCIO-ECONÓMICOS

Estrategias de medios de vida que diferencian a los grupos de hogares de la subcuenca del río Chimbo, Ecuador

RESUMEN

Los hogares rurales en el Ecuador enfrentan diferentes desafíos, entre los que sobresale la pobreza que alcanza porcentajes alarmantes a nivel de campo. La distribución desigual y limitada de los activos obligan a los hogares a mejorar su situación económica. Estos factores inducen a que los hogares sobreexploten sus recursos naturales e implementen una serie de estrategias del sustento. Las estrategias del sustento son caracterizadas por la asignación de los activos o capitales de las actividades que generan beneficios en la finca o fuera de ella y de los productos que se obtienen. Para definir los grupos de hogares y las estrategias de medios de vida que los diferencian en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, se utilizó la información de una encuesta estática realizada a 286 hogares. Los grupos característicos de cada microcuenca fueron establecidos usando un análisis multivariado de conglomerados o grupos. Los resultados obtenidos muestran cuatro tipos de sustento en la microcuenca del río Illangama y tres tipos de sustento en la microcuenca del río Alumbre. 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.

Palabras clave: pobreza; sustento; medios de vida; hogares; microcuenca.

I. INTRODUCCIÓN

Como ocurre en muchas otras zonas rurales en los países Andinos, las poblaciones de la zona Andina del Ecuador están caracterizadas por pobreza extrema, derivada de la baja productividad de los sistemas de producción agropecuaria, de la limitada capacitación del capital humano en materia de gestión empresarial y tecnologías de producción así como la falta de acceso equitativo a los mercados de productos, insumos y capital (Barrera *et al.*, 2004). Para hacer más grave la situación, los altos índices de pobreza de la zona rural (80%) van aparejados con la degradación de los recursos naturales frágiles, la desnutrición infantil, la inequidad social y de género, lo que conduce a una espiral de sub-desarrollo. Las comunidades localizadas en estas áreas producen variados alimentos; sin embargo, tienen fuertes impactos en el ambiente, traducidos en la degradación del recurso suelo, pérdida de fertilidad de la tierra, escurrimiento de agroquímicos, deforestación y pérdida de la biodiversidad, entre otras (Barrera *et al.*, 2007).

Lo anteriormente señalado también ocurre en la subcuenca del río Chimbo, en donde el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas -NBI-, indica que el 76% de la población es pobre y sus ingresos económicos oscilan entre USD 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 (Barrera *et al.*, 2005). Esta situación define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del capital Natural, su degradación o efectos del cambio climático (Barrera *et al.*, 2005; GPB, 2004; Gallardo, 2000).

En la subcuenca del río Chimbo, la diversificación de las fuentes de ingreso y las actividades basadas en las estrategias de sustento es una respuesta al riesgo ambiental. La adopción de las estrategias de sustento depende de los recursos disponibles y condiciones enfrentadas (Ellis *et al.*, 2003). Se definen las estrategias de sustento⁴ como los recursos, las actividades dentro y fuera de la finca, los productos como los alimentos, el ingreso y la seguridad, y el

4 Conjunto de Capitales -natural, físico, financiero, social y humano- 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 (DFID, 1998).

acceso a ellos, que juntos determinan el bienestar que puede tener un individuo o los hogares en su conjunto (Chambers, 1995; Winters *et al.*, 2002).

El enfoque de medios de vida realza los activos que poseen los hogares con el propósito de diversificarlos hacia actividades no agrícolas. También acentúa la importancia de consolidar activos sociales, como alianzas estratégicas entre los actores del desarrollo, participación y capacitación social en el diseño de políticas, y las relaciones de largo plazo en proyectos sostenibles (Andrade, 2008). Sin embargo, poca información está disponible para ayudar a dar prioridad a tales intervenciones en la subcuenca del río Chimbo.

Como una respuesta a esta necesidad, el INIAP como líder del SAN-REM-CRSP en Ecuador, está intentando realzar la capacidad de los actores en la toma de las mejores decisiones, para mejorar las estrategias del sustento a través de la capacitación de los tomadores de decisiones, realzando el manejo de recursos, consolidando instituciones locales, promoviendo el acceso al mercado para los pequeños productores y comunidades, y el desarrollo sostenible y ambiental, para incrementar el bienestar de los hogares.

Una mejor comprensión del comportamiento de las estrategias de medios de vida ayudará en el diseño de alternativas de sustento que alivien la pobreza, reduzcan la vulnerabilidad, y mejoren el bienestar de los hogares de la subcuenca del río Chimbo. Por lo señalado, el objetivo principal de este estudio era *identificar y entender las estrategias de vida de los diferentes grupos de hogares que permitan obtener la base de información para poder optimizar los sustentos que pueden generar mejores beneficios económicos y ambientales en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.*

II. METODOLOGÍA

2.1. VARIABLES EN ESTUDIO

Para definir los grupos de hogares y las estrategias de medios de vida que los diferencian, se utilizó la información recopilada y sistematizada por el INIAP como parte del programa SANREMCRSP-SENACYT. Esta información es parte 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- que forman parte de la subcuenca del río Chimbo. La información del

estudio fue combinada en los análisis con la opinión de expertos conocedores de las condiciones socioeconómicas y ambientales de las zonas en estudio.

Para direccionar el cúmulo de información disponible -hacia el objetivo de definir los grupos de hogares existentes en la subcuenca del río Chimbo- se tomaron en consideración variables que tienen relación con los aspectos de posesión y uso del suelo, productividad de los rubros de importancia económica y alimentaria, e ingresos económicos que obtienen los hogares de diferentes fuentes, tal como se muestra en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1.

Estadísticas descriptivas de las variables consideradas para la tipificación de los hogares de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Promedio	Desviación
Superficie total de la propiedad en hectáreas	3,40	3,75
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	48	21
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a papa	85	24
Producción de papa en kilogramos por hectárea	8 295	1 750
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos mejorados	42	18
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	47	22
Ingreso agrícola en dólares por año	2 077	1 921
Ingreso pecuario en dólares por año	545	385
Ingreso por negocios propios en dólares por año	1 229	1 640
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	522	291
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	957	751
Ingreso por migración en dólares por año	563	362
Ingreso por ayuda social en dólares por año	180	0

Fuente: Núñez, 2008.

Cuadro 2.

Estadísticas descriptivas de las variables consideradas para la tipificación de los hogares de la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Promedio	Desviación
Superficie total de la propiedad en hectáreas	5,76	8,07
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	78	28
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a maíz blanco	75	30
Producción de maíz blanco en kilogramos por hectárea	438	149
Porcentaje de la superficie total dedicada a fréjol	52	34
Producción de fréjol en kilogramos por hectárea	402	194
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	46	22
Ingreso agrícola en dólares por año	1 262	2 634
Ingreso pecuario en dólares por año	368	392
Ingreso por negocios propios en dólares por año	1 299	1 207
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	508	331
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	1 425	2 119
Ingreso por migración en dólares por año	994	847
Ingreso por ayuda social en dólares por año	180	0

Fuente: Núñez, 2008.

2.2. MÉTODO CUANTITATIVO DE GRUPOS

Se definieron las estrategias de medios de vida usando una herramienta estadística que permite agrupar los hogares de las microcuencas en estudio. El método multivariado usado fue el análisis de conglomerados o grupos que se basa en la teoría de que información con similares características estadís-

ticas puede agruparse y diferenciarse de aquellas que presenten otro tipo de tendencias (Aldenderfer y Blashfield, 1984). Desde esta perspectiva, con el propósito de obtener grupos de hogares que se diferencien entre sí a nivel de cada microcuenca en estudio, se utilizó el método de Ward (Ward, 1963), medido con el intervalo de la Distancia Euclidiana Ajustada (Everitt, 1993).

Se siguieron varios pasos cruciales en el análisis cuantitativo de grupos. Las estrategias de vida se categorizaron en grupos usando las variables que constan en los Cuadros 1 y 2. Un paso fundamental para definir los grupos de hogares, mediante el análisis de conglomerados, consistió en estandarizar las variables seleccionadas bajo la forma de Z-scores, asignándoles media = 0 y desviación estándar = 1 (Romesburg, 1990), con el propósito de eliminar los efectos de escala y unidades de medición, capaz de que cada variable tenga un mismo peso estadístico al momento del análisis. La fórmula utilizada para la estandarización fue:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$$

Donde: Z_{ij} representa los valores individuales, x_{ij} representa un valor de la variable en análisis, y μ_j y σ_j representan la media y desviación estándar ($i = 1, \dots, 117$ hogares para el Illangama e $i = 1, \dots, 169$ para el Alumbre) de las variables ($j = 1, \dots, 14$ para el Illangama, y $j = 1, \dots, 15$ para el Alumbre).

Luego de que las variables se convirtieron en Z-scores, se establecieron 14 espacios dimensionales para el caso del Illangama y 15 espacios dimensionales para el caso del Alumbre, donde cada eje representó las variables en análisis. Los coeficientes de la Distancia Euclidiana Ajustada se calcularon entre cada par de hogares, eliminando el efecto -positivo o negativo- sobre la dirección del coeficiente de la distancia. La magnitud de cada uno de estos coeficientes midió como similares o no similares cada par en el espacio Euclidiano. Los hogares fueron más semejantes cuando tenían coeficientes de Distancia Euclidiana bajos y menos semejantes cuando tenían coeficientes de Distancia Euclidiana altos.

Como se señaló con anterioridad, el método de Ward o método de mínima varianza se utilizó porque reduce al mínimo la varianza dentro de los

grupos y agrupa los hogares o el grupo de hogares con el menor incremento en la suma de cuadrados del error a la largo de cada etapa del proceso aglomerativo (Ward, 1963). Este algoritmo comenzó localizando cada hogar como grupo individual, después continuó con una serie de combinaciones sucesivas entre los hogares o los grupos de hogares que fueron los más similares. Terminó cuando todos los hogares se agruparon en un grupo único basado en la Distancia Euclidiana Ajustada. La fórmula usada para calcular la suma de cuadrados del error fue:

$$\sum e^2 = \sum_{i=1}^I (Z_{ij} - \mu_j)^2$$

Donde: μ_j representa la media de cada grupo a través de la *j*ésima variable, e I es el número de hogares en cada grupo. Cuando los grupos son formados por un solo hogar o varios hogares con valores idénticos para todos los Z_{ij} , la suma de cuadrados de error del grupo es igual a cero, que es el valor más deseable para la formación homogénea de grupos (Ward, 1963).

Una vez establecidos los grupos de hogares para cada microcuenca, se procedió a realizar Análisis de Varianza Univariados (ADEVA), con el modelo matemático del Diseño Completamente al Azar (DCA), para cada una de las variables que se seleccionaron para definir los modelos de hogares, utilizando los grupos de hogares como tratamientos. Con estos análisis, se determinaron, a través de una prueba de *F estadística*, si existían o no diferencias estadísticas al nivel del 1% y 5% de probabilidad, entre las medias aritméticas de los tipos de hogares establecidos para cada microcuenca. Para la separación de promedios se empleó el Rango Múltiple de Duncan.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA

3.1.1. Definición de los grupos de hogares

El análisis de clúster determinó cuatro grupos de hogares localizados en la microcuenca del río Illangama, distribuidos de la siguiente manera: Grupo 1, 37% de los hogares; Grupo 2, 38% de los hogares; Grupo 3, 9% de los hogares; y Grupo 4, 16% de los hogares.

- Grupo 1: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca.
- Grupo 2: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.
- Grupo 3: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por negocios propios.
- Grupo 4: Dependiente de la agricultura, ingresos por ayuda social e ingresos por migración.

Para la denominación específica de los grupos de hogares se tomaron en consideración variables económicas, relacionadas principalmente con el ingreso, el cual procede de diferentes fuentes y no se presenta en todos los hogares (Cuadro 3).

Cuadro 3.
Porcentaje de hogares con ingresos de diferentes fuentes en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Hogares
Ingreso agrícola en dólares por año	100	100	100	100	100
Ingreso pecuario en dólares por año	81	98	100	53	85
Ingreso por negocios propios en dólares por año	21	18	36	21	21
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	30	5	9	16	16
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	49	66	18	42	51
Ingreso por migración en dólares por año	5	5	0	26	8
Ingreso por ayuda social en dólares por año	0	0	0	84	14

Fuente: Núñez, 2008.

La definición del Grupo 1 como *dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca*, tal como se muestra en el Cuadro 3, se basó en que el 100% de los hogares reciben ingresos por la producción agrícola, referida principalmente al cultivo de papa, el 81% reciben ingresos por la venta de productos pecuarios principalmente de quesos y en menor proporción de la venta de leche y animales menores, y el 30% recibe ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca. Estos porcentajes representan los valores más altos de las variables consideradas en ese grupo y la mejor contribución de los porcentajes de cada variable entre grupos. De esta manera se definieron los otros tres grupos localizados en la microcuenca del río Illangama.

3.1.2. Confiabilidad de la diferencia entre grupos

En el Cuadro 4 se muestran los Análisis de Varianza de las 14 variables que se seleccionaron para definir los grupos de hogares de la microcuenca, con los cuales se determinaron, a través de una prueba de *F estadística*, que existen diferencias al nivel del 1% y 5% de probabilidad, entre las medias aritméticas de los cuatro tipos de hogares establecidos; es decir, cada grupo de hogares es independiente y presenta sus propias características.



Cuadro 4.

Análisis de varianza de las variables que definen los modelos de hogares de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Fc.	Sig.
Agricultores que poseen tierra	2,71	*
Superficie total de la propiedad en hectáreas	20,40	**
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	2,26	
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a papa	14,18	**
Producción de papa en kilogramos por hectárea	3,98	**
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos mejorados	8,83	**
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	14,18	**
Ingreso agrícola en dólares por año	44,48	**
Ingreso pecuario en dólares por año	9,20	**
Ingreso por negocios propios en dólares por año	8,83	**
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	5,73	**
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	1,54	
Ingreso por migración en dólares por año	8,32	**
Ingreso por ayuda social en dólares por año	88,16	**

Fuente: Núñez, 2008.

Fc.= F calculado; Sig.= Significación: * = Significación al 5%, ** = Significación al 1%.

3.1.3. Estrategias de los medios de vida de los grupos establecidos

En el Anexo 1 se puede apreciar los promedios de las variables que caracterizan las estrategias de los medios de vida de los hogares de la microcuenca del río Illangama, localizada en la subcuenca del río Chimbo.

Grupo 1: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca.

Los hogares de este grupo se caracterizan por poseer como miembros de familia un promedio de cinco personas. En este grupo, se prioriza la participación del hombre como responsable del manejo del hogar (93%), mismo que posee un nivel educativo de 3,87 años de estudio en promedio. La edad promedio del responsable del hogar es de 43 años. Un buen porcentaje de los hogares de este grupo (74%) utilizan el gas como fuente de energía, principalmente para cocinar sus alimentos. Este grupo reporta un porcentaje relativamente bajo en haber recibido capacitación (37%) y la totalidad de los responsables de los hogares pertenecen al menos a una de las organizaciones sociales locales existentes.

Este grupo de hogares es el que reporta menos porcentaje de tierras propias (86%), localizadas en las zonas donde se asienta la población y las zonas de páramo, con un promedio de superficie por finca de 3,36 ha que representa uno de los más bajos en la microcuenca, y que está dedicada principalmente al cultivo de papa y a los pastos naturales y mejorados, así como también a cultivos de subsistencia en pequeña escala como arveja, cebada, melloco, trigo, haba, chocho, quinua, entre otros. Un bajo porcentaje del grupo dispone de agua para riego (35%), lo cual imposibilita a la mayoría de productores su aprovechamiento en la producción de los cultivos de papa y pasto. En este grupo, los jornaleros contratados se utilizan principalmente para el cultivo de papa, dejando las labores pecuarias para los jornales que proporciona la misma familia. El porcentaje de jornales proporcionado por las mujeres es relativamente representativo (33%) y se destinan principalmente a la ganadería y actividades puntuales del cultivo de papa como la siembra y cosecha.

Este grupo alcanza ingresos relativamente bajos, cuyo promedio es de USD 2 627 por año y dependen principalmente de los ingresos proporcionados por agricultura (USD 1 462 por año), ganadería (USD 453 por año) y trabajo agrícola fuera de la finca (USD 627 por año), donde sobresalen actividades como motosierrista, jornalero agrícola e intercambio de mano de obra. Ellos poseen, en término promedio, siete cabezas de ganado pero no les proporcionan una fuente aceptable de ingresos, referidos princi-

palmente a la venta de queso tierno que lo procesan con tecnología tradicional, y en muy poca escala a la venta de la leche que no es una práctica tradicional, como normalmente ocurre en otras zonas de producción de leche de la zona andina; sin embargo, la producción de leche transformada a quesos les proporciona a los hogares una fuente constante de ingresos a través del año.

Según los responsables de los hogares que pertenecen a este grupo (58%), los suelos que poseen son de buena calidad, pero ya comienzan a tener problemas referidos a la erosión (54%). Los hogares de este grupo se preocupan por disponer de árboles nativos (67%), mismos que posteriormente son utilizados como fuente de energía así como también para la venta, por la cual reciben pequeños recursos económicos. En este grupo, no se reporta ningún indicio del establecimiento de prácticas de manejo de sus recursos naturales que les permita mantener estables estos recursos. Un alto porcentaje de los hogares (84%) reporta tener problemas ambientales, relacionados con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido, que afectan la producción agrícola y pecuaria de sus sistemas de producción.

Grupo 2: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.

En este grupo el número de miembros por familia es de seis personas y la participación del hombre como responsable del manejo del hogar es del 89%. El nivel educativo de los responsables del hogar es el más alto de la microcuenca con 4,65 años de estudio en promedio y su edad promedio es de 41 años, considerada la edad más baja entre los grupos. Casi la totalidad de los hogares (73%) utilizan el gas como fuente de energía para cocinar sus alimentos. Este grupo es el que más ha recibido y se ha preocupado por recibir capacitación (46%) y no todos los responsables del hogar pertenecen a una o varias organizaciones sociales locales existentes en la microcuenca.

Todos los hogares de este grupo poseen tierras propias, cuya superficie promedio de la finca es de 2,33 ha y su mayor porcentaje (53%) está dedicado a la producción de cultivos, entre los que sobresale principalmente el cultivo de papa al cual se dedica el mayor porcentaje de la superficie cultivada (99%). Se debe destacar en este grupo que el porcentaje de la superficie

total dedicada a los pastos mejorados es bastante aceptable (44%) y estaría dando lugar a propiciar el desarrollo de la ganadería de leche, principalmente. La mitad de los hogares de este grupo dispone de agua para riego (50%), lo cual posiblemente estaría permitiendo un mejor aprovechamiento en la producción del cultivo de papa y el manejo de las pasturas mejoradas que disponen. En lo que se refiere a la producción de leche y quesos, este grupo muestra ser el más eficiente en relación a la producción de leche, a pesar que el número de animales bovinos que posee (ocho cabezas) es menor en comparación al grupo 3. Al igual de lo que acontece en el grupo 1, los jornaleros contratados se utilizan principalmente para el cultivo de papa, dejando las labores pecuarias para los jornales que proporciona la misma familia. El porcentaje de jornales proporcionado por las mujeres es relativamente representativo (32%) y se destinan principalmente a la ganadería y actividades puntuales del cultivo de papa como la siembra y cosecha.

En este grupo se localizan los hogares que alcanzan un ingreso promedio de USD 3 256 por año y dependen principalmente de los ingresos que les proporciona actividades como agricultura (USD 1 814 por año), ganadería (USD 642 por año) y trabajo fuera de la finca con salario (USD 974 por año), donde sobresalen actividades como cocinera, chofer, carpintero, músico, lavandera, empleada doméstica, médico, albañil y empleado a contrato y fijo, principalmente. Como se mencionó anteriormente, los ingresos por agricultura provienen principalmente del cultivo de la papa y los ingresos por ganadería están asociados al número de animales bovinos que poseen, que en término promedio asciende a ocho cabezas de ganado, lo cual les proporciona una fuente aceptable de ingresos, referidos a la venta de queso tierno que lo procesan con tecnología tradicional, principalmente.

Un buen porcentaje de los responsables de los hogares de este grupo (59%) reportaron poseer suelos de buena calidad y observan serios problemas referidos a la erosión (46%), lo cual posiblemente podría ser una de las causas para no obtener mejores producciones a las obtenidas actualmente en los cultivos como la papa y los pastos. Un bajo porcentaje de los hogares de este grupo (48%) poseen árboles nativos, mismos que los utilizan como leña y para la venta, principalmente. De forma similar a lo que ocurre en el grupo 1 y como se podrá observar en los otros grupos definidos para la microcuenca, es preocupante que solamente el 5% de ellos realicen prácticas

que propician el manejo de los recursos naturales. Lo anterior es concordante con la apreciación del 86% de los jefes de familia que manifestaron tener problemas ambientales, relacionados con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido.

Grupo 3: Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por negocios propios.

En este grupo el número de miembros por familia es de siete personas, en donde se observa la participación del hombre como responsable del manejo del hogar en el 91% de los casos. El nivel educativo de los responsables del hogar solo reporta 3,71 años de estudio en promedio. La edad del responsable del hogar en promedio es de 48 años. El 82% de las familias utilizan el gas como fuente de energía para cocinar sus alimentos. Este grupo reporta un porcentaje relativamente bajo en la capacitación (36%) y todos los responsables del hogar pertenecen a una o varias organizaciones sociales.

Todos los hogares de este grupo poseen tierras propias (100%), cuya superficie promedio de la finca es la más grande de la microcuenca alta (10,08 ha), dedicadas principalmente al cultivo de la papa y a los pastos mejorados y naturales. Un bajo porcentaje del grupo dispone de agua para riego (36%), lo cual no les permitiría optimizar el uso de la tierra y disponer de buenas producciones tanto en los cultivos como la ganadería. Ellos poseen, en término promedio, nueve cabezas de ganado que proporcionan una fuente aceptable de ingresos. En este grupo, se utilizan los jornales para las labores agropecuarias, principalmente para utilizarlas en el cultivo de papa y en menos proporción en el manejo de la ganadería de leche. El porcentaje de jornales proporcionado por las mujeres es igual que el segundo grupo (32%) y se destinan principalmente a la ganadería y actividades del cultivo de papa como siembra y cosecha.

Este grupo tiene el ingreso más alto de la microcuenca alta, alcanzando en promedio USD 9 126 por año, que está muy por arriba del promedio general para la microcuenca. Los miembros de este grupo son ampliamente dependientes de los ingresos que les genera las actividades de la agricultura (USD 6 419 por año), principalmente por la producción de papa y la producción de pastos, tanto naturales como mejorados que sirven de alimento

para la ganadería de bovinos, principalmente. También son relevantes en este grupo los ingresos por las actividades comerciales o negocios propios (USD 4 050 por año) en donde sobresalen artesanías, abarrotes, productos agropecuarios, bazar, molino, alquiler vehículos, préstamos, entre otros. Los ingresos por las actividades de ganadería están en el nivel de los USD 667 por año.

Según los responsables de los hogares que pertenecen a este grupo, los suelos que poseen son de buena calidad y reportan problemas referidos a la erosión. Los hogares de este grupo poseen un bajo porcentaje de árboles nativos (27%) y los utilizan como leña y para la venta, y ninguno de ellos realiza prácticas de manejo de sus recursos naturales que les permita mantener estables. También reportan tener problemas ambientales, relacionados principalmente con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido.

Grupo 4: Dependiente de la agricultura, ingresos por ayuda social e ingresos por migración.

Los hogares de este grupo se caracterizan por poseer como miembros de familia a un promedio de seis personas y la participación del hombre como responsable del hogar es de 74%, mismo que posee un nivel educativo de 3,78 años de estudio en promedio, y que representa uno de los más bajos de la microcuenca. La edad promedio del responsable del hogar es de 46 años. Un buen porcentaje de los hogares de este grupo (84%) utilizan el gas como fuente de energía, principalmente para cocinar sus alimentos. Este grupo es el que ha recibido y se ha preocupado por recibir capacitación (42%) y la mayoría de los responsables de los hogares pertenecen al menos a una de las organizaciones sociales locales existentes (95%).

La mayoría de los hogares de este grupo poseen tierras propias (90%), localizadas en las zonas donde se asienta la población y las zonas de páramo, con un promedio de superficie por finca de 2,10 ha que representa uno de los más bajos en la microcuenca, y que está dedicada principalmente al cultivo de papa y a los pastos naturales y mejorados. La disponibilidad del agua de riego está limitada solamente a un 21% de los hogares lo cual estaría representando una seria limitante para impulsar la agricultura y la ganadería.

Ellos poseen, en término promedio cuatro cabezas de ganado, mismas que proporcionan un bajo ingreso, referidos principalmente a la venta de queso tierno que lo procesan con tecnología tradicional, y en muy poca escala a la venta de la leche que no es una práctica tradicional, como normalmente ocurre en otras zonas de producción de leche de la zona andina. El ganado representa una porción relativamente baja de ingreso. En este grupo los jornaleros contratados se utilizan principalmente para el cultivo de papa, dejando las labores pecuarias para los jornales que proporciona la misma familia. El porcentaje de jornales proporcionado por las mujeres es igual que el segundo y tercer grupo (33%) y se destinan principalmente a la ganadería y actividades del cultivo de papa como la siembra y cosecha.

Este grupo alcanza ingresos relativamente bajos, cuyo promedio es de USD 2 434 por año y dependen principalmente de los ingresos que les proporciona la agricultura con USD 1 563 por año, la ayuda social del gobierno ecuatoriano como Bono de Desarrollo Social (USD 360 por año) y a los ingresos producto de la migración estacional a Quito y otras ciudades andinas (USD 819 por año). Los responsables de estos hogares revierten los ingresos de la migración para producir papas y otros cultivos menores como arveja, cebada, melloco, trigo, haba, chocho y quinua.

Según la mayoría de los responsables de los hogares que pertenecen a este grupo (63%), los suelos que poseen son de buena calidad, pero ya comienzan a tener problemas referidos a la erosión (21%). Los hogares de este grupo se preocupan por disponer de árboles nativos (79%), mismos que posteriormente son utilizados como fuente de energía así como también para la venta, por la cual reciben pequeños recursos económicos. En este grupo, no se reporta ningún indicio del establecimiento de prácticas de manejo de sus recursos naturales que les permita mantener estables estos recursos. Un alto porcentaje de los hogares (95%) reporta tener problemas ambientales, relacionados principalmente con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido, mismo que afecta la producción agrícola y pecuaria de sus sistemas de producción.

3.2. MICROCUENCA DEL RÍO ALUMBRE

3.2.1. Definición de los grupos de hogares

Con el análisis de clúster se determinaron tres grupos de hogares en la microcuenca del río Alumbre, distribuidos de la siguiente manera: en el Grupo 1 se encuentra el 40%; en el grupo 2 se reporta el 35%; y en el grupo 3 se establece el 25%.

Grupo 1: Dependiente de la agricultura, ganadería, ingresos por negocios propios e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.

Grupo 2: Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por ayuda social.

Grupo 3: Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por migración.

Como aconteció para la denominación específica de los grupos de hogares de la microcuenca del río Illangama, se tomaron en consideración variables económicas, relacionadas principalmente con el ingreso, el cual procede de diferentes fuentes y no se presenta en todos los hogares (Cuadro 5).

Cuadro 5.
Porcentaje de hogares con ingresos de diferentes fuentes en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Hogares
Ingreso agrícola en dólares por año	100	100	100	100
Ingreso pecuario en dólares por año	52	30	40	41
Ingreso por negocios propios en dólares por año	28	18	10	20
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	30	73	55	51
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	54	28	36	40
Ingreso por migración en dólares por año	25	18	29	24
Ingreso por ayuda social en dólares por año	0	12	0	4

Fuente: Núñez, 2008.

La definición del Grupo 1 como *dependiente de la agricultura, ganadería, ingresos por negocios propios e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario*, tal como se muestra en el Cuadro 5, se basó en el hecho de que el 100% de los hogares reciben ingresos por la producción agrícola, referida principalmente al cultivo de maíz en asociación con fréjol y fréjol arbustivo, el 54% reciben ingresos por trabajo fuera de la finca con salario, el 52% reciben ingresos por actividad pecuaria, y el 28% recibe ingresos por negocios propios. Estos porcentajes representan los valores más altos de las variables consideradas en ese grupo y la mejor contribución de los porcentajes de cada variable entre grupos de la microcuenca del río Alumbre.

3.2.2. Confiabilidad de la diferencia entre grupos

En el Cuadro 6, se observan los Análisis de Varianza de las 15 variables que se seleccionaron para definir los modelos de hogares. Con estos análisis, se muestra a través de una prueba de *F estadística*, que existen diferencias entre las medias aritméticas de los tres clúster establecidos para la microcuenca del río Alumbre; es decir, cada grupo o modelo de hogar es independiente entre ellos y tiene sus propias características.



Cuadro 6.

Análisis de varianza de las variables que definen los modelos de hogares de la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Fc.	Sig.
Agricultores que poseen tierra	12,98	**
Superficie total de la propiedad en hectáreas	10,15	**
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	76,96	**
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a maíz blanco	100,96	**
Producción de maíz blanco en kilogramos por hectárea	63,04	**
Porcentaje de la superficie total dedicada a fréjol	15,27	**
Producción de fréjol en kilogramos por hectárea	18,52	**
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	78,90	**
Ingreso agrícola en dólares por año	14,20	**
Ingreso pecuario en dólares por año	6,72	**
Ingreso por negocios propios en dólares por año	3,80	*
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	14,12	**
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	4,31	*
Ingreso por migración en dólares por año	3,79	*
Ingreso por ayuda social en dólares por año	7,07	**

Fuente: Núñez, 2008.

Fc.= F calculado; Sig.= Significación: * = Significación al 5%, ** = Significación al 1%.

3.2.3. Estrategias de los medios de vida de los grupos establecidos

En el Anexo 2 se puede apreciar los promedios de las variables que caracterizan las estrategias de los medios de vida de los hogares de la microcuenca del río Alumbre, localizada en la subcuenca del río Chimbo.

Grupo 1: Dependiente de la agricultura, ganadería, ingresos por negocios propios e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.

En este grupo la etnia denominada mestizos representa el mayor porcentaje (64%) en comparación con la etnia de los indígenas. El número de miembros por familia es de cinco personas y la participación del hombre como responsable del manejo del hogar es del 90%. Del 79% de los responsables de hogar que poseen nivel educativo, este tiene un promedio de 4,72 años de estudio y su edad promedio es de 52 años. Solamente, el 18% de los hogares utilizan el gas como fuente de energía para cocinar sus alimentos. En este grupo se reporta un porcentaje de responsables de los hogares capacitados en la microcuenca, que apenas llega a un 9%. El 27% de los responsables del hogar pertenecen al menos a una de las organizaciones sociales locales existentes en la microcuenca.

Se aprecia que el 91% de los hogares de este grupo poseen tierras propias, cuya superficie promedio de la finca es la más alta de la subcuenca del río Chimbo con 8,32 ha y está dedicada principalmente a los cultivos de maíz blanco y fréjol, así como también a los pastos mejorados y pastos naturales. La disponibilidad del agua de riego está concentrada solamente en un 12% de los hogares, lo cual podría estar limitando el impulso de la agricultura, principalmente. En lo que se refiere a la producción de leche, este grupo es el más representativo de la microcuenca y está ligado con el número de animales bovinos que poseen (siete cabezas), los mismos que proporcionan una fuente aceptable de ingreso, referidos principalmente a la venta de leche. Este grupo es el que utiliza el mayor número de jornales para la producción de maíz y fréjol, en comparación con los otros grupos encontrados; los jornales para la producción de leche son reducidos y provienen principalmente de la familia.

Este grupo tiene el ingreso más alto de la microcuenca, alcanzando en promedio USD 4 598 por año, que está muy por arriba del promedio general para la microcuenca. Los miembros de este grupo son ampliamente dependientes de los ingresos que les generan las actividades de la agricultura (USD 2 463 por año), principalmente por la producción de maíz y fréjol. También son relevantes en este grupo los ingresos por las actividades comerciales o negocios propios (USD 1 526 por año), en donde sobresalen

artesanías, abarrotes, productos agropecuarios, bazar, molino, alquiler vehículos, préstamos, entre otros; además, los ingresos por actividades fuera de la finca con salario (USD 1 707 por año), en donde sobresalen actividades como cocinera, chofer, carpintero, músico, lavandera, empleada doméstica, médico, albañil y empleado a contrato y fijo. Los ingresos por las actividades de ganadería están en el nivel de los USD 490 por año.

Un buen porcentaje de los responsables de los hogares de este grupo (48%) indicaron que posee suelos de buena calidad y que observaban serios problemas referidos a la erosión (69%), lo cual posiblemente podría ser una de las causas para las bajas producciones obtenidas en los cultivos como maíz blanco y fréjol, y los pastos mejorados, principalmente. Un aceptable porcentaje de los hogares de este grupo (70%) poseen árboles nativos, mismos que los utilizan como leña y para la venta, principalmente. En este grupo, solamente el 3% de los hogares realiza prácticas que propician el manejo de los recursos naturales, lo cual es preocupante. Lo anterior es concordante con la apreciación del 81% de los jefes de familia que manifestaron tener problemas ambientales, relacionados principalmente con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido.

Grupo 2: Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por ayuda social.

En términos de la etnia que representan los pobladores de los hogares de este grupo, tiene una representación casi similar a la del grupo 1, siendo los mestizos el mayor porcentaje (63%) en comparación con la etnia de los indígenas. El promedio del número de personas por familia es de cinco, que tradicionalmente se reporta para los hogares de la subcuenca del río Chimbo. En este grupo se prioriza mucho la participación de la mujer como responsable del manejo del hogar (22%). Solamente un 68% de los responsables de los hogares de este grupo poseen un cierto nivel educativo, alcanzando el más bajo promedio en relación a los años de estudio (4,56 años). La edad promedio del responsable del hogar es de 55 años. Un buen porcentaje de los hogares de este grupo (28%) utilizan el gas como fuente de energía, principalmente para cocinar sus alimentos. En este grupo, apenas el 5% de los responsables de los hogares ha recibido capacitación, lo cual es sumamente preocupante. Solamente, el 30% de los responsables

de hogar pertenecen al menos a una de las organizaciones sociales locales existentes en la microcuenca.

No todos los hogares de este grupo poseen tierras propias (62%), cuya superficie promedio de la finca es la más baja de la microcuenca (2,30 ha), y está dedicada principalmente a los cultivos de maíz blanco y fréjol, así como también a los pastos naturales, y cultivos de pequeña escala como arveja, cebada, entre otros. Apenas el 7% del grupo dispone de agua para riego, lo cual posiblemente estaría limitando seriamente su aprovechamiento en la producción de los cultivos de maíz blanco y fréjol, y representa el grupo con los más bajos promedios de producción y productividad en la microcuenca. Ellos poseen, en término promedio, cuatro cabezas de ganado que no es una fuente aceptable de ingreso, referidos principalmente a la venta de leche. En este grupo los jornaleros se utilizan principalmente para los cultivos de maíz blanco y fréjol, sin prestar mucha atención a las actividades de ganadería.

Este grupo alcanza los ingresos más bajos de la microcuenca, con un promedio de USD 1 327 por año y dependen de la agricultura principalmente (USD 331 por año). Ellos gastan mucho tiempo trabajando fuera de su finca, principalmente en actividades agrícolas (USD 574 por año) como motosierrista, jornalero agrícola e intercambio de mano de obra. Este grupo es el más sensible a los eventos de riesgo, relacionados principalmente al que se reporta con la agricultura que es su principal ingreso, y por lo tanto tienen pocos recursos para manejar este riesgo. Además cuentan con la ayuda social del gobierno ecuatoriano como Bono de Desarrollo Social (USD 360 por año).

Según los responsables de los hogares que pertenecen a este grupo (42%), los suelos que poseen son de buena calidad, pero ya comienzan a tener problemas referidos a la erosión (85%). Los hogares de este grupo se preocupan por disponer de árboles nativos (65%), mismos que posteriormente son utilizados como fuente de energía así como también para la venta, por la cual reciben pequeños recursos económicos. En este grupo, se reportan pocos indicios del establecimiento de prácticas de manejo de sus recursos naturales que les permita mantenerlos estables. El mayor porcentaje de los hogares (73%) reporta tener problemas ambientales, re-

lacionados principalmente con la deforestación de los bosques y el cambio climático producido, mismo que afecta la producción agrícola de sus sistemas de producción.

Grupo 3: Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por migración.

Como acontece en los grupos 1 y 2, la etnia denominada mestizos representa el mayor porcentaje (69%) en comparación de la etnia de los indígenas. Los hogares de este grupo se caracterizan por poseer como miembros de familia a un promedio de cuatro personas, el cual representa el más bajo de la subcuenca del río Chimbo.

En este grupo la participación de los hombres como responsables del manejo de los hogares es 79%. Un aceptable porcentaje (71%) de los responsables de los hogares de este grupo poseen un cierto nivel educativo, alcanzando un valor promedio de la subcuenca del río Chimbo (4,62 años). La edad promedio del responsable del hogar es de 61 años, uno de los más altos de la microcuenca del río Alumbre. El 24% de las familias utilizan el gas como fuente de energía para cocinar sus alimentos. Este grupo es el que más ha recibido capacitación (10%). Solamente, el 19% de los responsables del hogar pertenecen al menos a una de las organizaciones sociales locales existentes.

Casi todos los hogares de este grupo poseen tierras propias (93%), cuya superficie promedio de la finca es superior al promedio de la microcuenca (6,63 ha), y está dedicada principalmente a los cultivos de maíz blanco, fréjol, arveja, cebada y trigo, así como también a los pastos naturales. Un bajo porcentaje del grupo dispone de agua para riego (10%), lo cual no les permitiría optimizar el uso de la tierra y disponer de buenas producciones en los cultivos. Ellos poseen, en término promedio, cinco cabezas de ganado que proporcionan una fuente aceptable de ingreso, referidos principalmente a la venta de leche. En este grupo los jornaleros se utilizan para todos los cultivos, sin prestar mucha atención a las actividades de ganadería.

Este grupo alcanza ingresos relativamente aceptables, representando un promedio de USD 1 847 por año y dependen de la agricultura (USD 628 por año), principalmente de los cultivos maíz blanco, fréjol, arveja, trigo y ceba-

da. Debido al riesgo que este grupo enfrenta para mantener sus hogares, debido a que se sustenta en la agricultura, los responsables de los hogares de este grupo han visto la necesidad de disponer de otras fuentes de ingresos, dando relevancia a los ingresos por actividades fuera de la finca (USD 483 por año), como motosierrista, jornalero agrícola e intercambio de mano de obra, y a la migración estacional hacia la región de la costa (USD 628 por año), para trabajar durante la cosecha de la caña, principalmente.

Según un buen porcentaje de los responsables de los hogares que pertenecen a este grupo (45%), los suelos que poseen son de buena calidad, y el 64% de ellos señalan tener problemas referidos a la erosión. Los hogares de este grupo se preocupan por disponer de árboles nativos (76%), mismos que posteriormente son utilizados como fuente de energía así como también para la venta, por la cual reciben pequeños recursos económicos. En este grupo, no existen indicios del establecimiento de prácticas de manejo de sus recursos naturales que les permita mantenerlos estables. Un gran porcentaje de los hogares (60%) reporta tener problemas ambientales, relacionados principalmente con la deforestación de los bosques y el cambio climático, referido a la disminución de la precipitación y aumento de la temperatura.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Varios grupos de hogares fueron establecidos -tanto en la microcuenca del río Illangama como en el río Alumbre- para determinar sus estrategias de medios de vida y su bienestar. 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 y en 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 con habilidades especiales como carpintero, albañil, etc. Además, necesitan cantidades grandes de capital financiero como inversión inicial; sin embargo, no hay muchas fuentes de financiamiento que proporcionen cantidades grandes de crédito

en el sector rural. 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.

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 micro-cuencas.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R. 2008. *Household Assets, Livelihood Decisions and Well-being in Chimbo Ecuador*. MSc. Thesis, Department of Agriculture and Applied Economics, Virginia Tech.
- Aldenderfer, M., and Blashfield, R. 1984. *Cluster Analysis; Series: Quantitative Applications in the Social Science*. Beverly Hills: SAGE University Paper.
- 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*. INIAP-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*. INIAP-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. INIAP-CIP-PROMSA. Quito, Ecuador. 196 pp.

- Barrera, V.; León-Velarde, C. y Grijalva, J. 2004. *Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecorregión andina del Ecuador*. In. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2004. 12(2): 43-51.
- Cañadas, L. 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización –PRONAREG- y Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAG. Quito, Ecuador.
- Chambers, R. 1995. *Poverty and Livelihoods: Whose Reality Counts?* Environment and Urbanization 7, 173.
- DFID. 1998 *Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?*. Department for International Development. Oxford, UK, pp 20-32.
- Ellis, F., Kutengule, M. and Nyasulu, A. 2003. *Livelihoods and Rural Poverty Reduction in Malawi*. World Development 31, 19, 1495-1510.
- Everitt, B. 1993. *Cluster Analysis*. New York: Edward Arnold A Division of Hodder & Stoughton, Third Edition.
- 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.
- Núñez, E. 2008. *Optimización de los modelos de hogares rurales con base en las formas de sustento en la subcuenca del río Chimbo, provincia Bolívar-Ecuador*. Tesis de Grado Ingeniero Agroforestal por la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 98 pp.
- Romesburg, C. 1990. *Cluster Analysis for Researchers*. Malabar: Robert E Kieger Publishing Company.
- Ward, H. 1963. Hierarchical Grouping to Optimize and Objective Function. *Journal of the American Statistical Association* 58, 301, 236-244.
- Winters, P., Davis, B and Corral, L. 2002. *Assets, activities and income generation in rural México: factoring in social and public capital*. Agricultural Economics 27, 139-156.

Anexo 1.

Promedios de las variables que caracterizan los grupos de hogares de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Grupo 1 37%	Grupo 2 38%	Grupo 3 9%	Grupo 4 16%
Total de miembros de la familia	5	6	7	6
Sexo del responsable del hogar (% hombres)	93	89	91	74
Sexo del responsable del hogar (% mujeres)	7	11	9	26
Edad del responsable del hogar	43	41	48	46
Posee nivel educativo el responsable del hogar (%)	74	68	73	53
Años de aprobación de estudio	3,87	4,65	3,71	3,78
Poseen tierra propia (%)	86	100	100	90
Superficie total de la propiedad en hectáreas	3,36	2,33	10,08	2,10
Superficie dedicada a los cultivos en hectáreas	1,08	1,04	3,98	0,94
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	0,42	0,53	0,45	0,53
Superficie de papa que posee en hectáreas	0,63	0,99	3,27	0,88
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a papa	0,70	0,97	0,83	0,96
Producción de papa en kilogramos por superficie	5 733	8 126	23 175	6 748
Producción de papa en kilogramos por hectárea	8 964	8 084	7 580	7 681
Superficie dedicada a pasturas mejoradas en hectáreas	1,24	1,09	4,76	0,76
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos mejorados	0,38	0,44	0,43	0,39
Superficie dedicada a pastos naturales en hectáreas	2,27	1,54	2,77	1,65
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	0,53	0,35	0,24	0,53

Variables en estudio	Grupo 1 37%	Grupo 2 38%	Grupo 3 9%	Grupo 4 16%
Número de animales bovinos	7	8	9	4
Producción de leche en kilogramos por día	16	21	18	13
Producción de quesos en kilogramos por año	472	614	537	429
Porcentaje de mujeres del total de jornales	0,33	0,32	0,32	0,33
Ingreso agrícola en dólares por año	1.462	1.814	6.419	1.563
Ingreso pecuario en dólares por año	453	642	667	309
Ingreso por negocios propios en dólares por año	532	979	4050	477
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	627	240	240	347
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	980	974	3 000	466
Ingreso por migración en dólares por año	275	220	0	819
Ingreso por ayuda social en dólares por año	0	0	0	360
Ingresos brutos por familia en dólares por año	2 627	3 256	9 126	2 434
Disponen de agua para riego (%)	35	50	36	21
Utilizan gas (%)	74	73	82	84
Suelos de buena calidad (%)	58	59	46	63
Suelos erosionados (%)	54	46	73	21
Poseen árboles nativos (%)	67	48	27	79
Manejan sus recursos naturales (%)	2	5	0	0
Poseen problemas ambientales (%)	84	86	82	95
Se han capacitado (%)	37	46	36	42
Poseen organizaciones locales (%)	100	96	100	95

Fuente: Núñez, 2008.

Anexo 2.

Promedios de las variables que caracterizan los grupos de hogares de la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Grupo 1 40%	Grupo 2 35%	Grupo 3 25%
Etnia mestizos (%)	64	63	69
Etnia indígenas (%)	36	37	31
Total de miembros de la familia	5	5	4
Sexo del responsable del hogar (% hombres)	90	78	79
Sexo del responsable del hogar (% mujeres)	10	22	21
Edad del responsable del hogar	52	55	61
Posee nivel educativo el responsable del hogar (%)	79	68	71
Años de aprobación de estudio	4,72	4,56	4,62
Poseen tierra propia (%)	91	62	93
Superficie total de la propiedad en hectáreas	8,32	2,30	6,63
Superficie dedicada a los cultivos en hectáreas	5,22	2,13	2,70
Porcentaje de superficie dedicada a los cultivos	0,80	0,97	0,47
Superficie de maíz blanco que posee en hectáreas	2,34	1,61	1,92
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a maíz blanco	0,48	0,83	0,78
Producción de maíz blanco en kilogramos por superficie	920	631	829
Producción de maíz blanco en kilogramos por hectárea	400	431	466
Superficie de fréjol que posee en hectáreas	2,32	0,84	2,70
Porcentaje de superficie cultivada dedicada a fréjol	0,58	0,24	0,40
Producción de fréjol en kilogramos por superficie	1.055	211	379
Producción de fréjol en kilogramos por hectárea	447	263	183
Superficie dedicada a pastos naturales en hectáreas	5,46	1,68	4,00
Porcentaje de la superficie total dedicada a pastos naturales	0,38	0,39	0,53

Variables en estudio	Grupo 1 40%	Grupo 2 35%	Grupo 3 25%
Número de animales bovinos	7	4	5
Producción de leche en kilogramos por día	9,4	7,2	6,7
Porcentaje de mujeres del total de jornales	0,29	0,26	0,24
Ingreso agrícola en dólares por año	2 493	331	628
Ingreso pecuario en dólares por año	490	241	251
Ingreso por negocios propios en dólares por año	1 526	1 224	420
Ingreso por trabajo agrícola fuera de la finca en dólares por año	389	574	483
Ingreso por trabajo fuera de la finca con salario en dólares por año	1 707	522	1 773
Ingreso por migración en dólares por año	1 509	596	628
Ingreso por ayuda social en dólares por año	0	360	0
Ingresos brutos por familia en dólares por año	4 598	1 327	1 847
Disponen de agua para riego (%)	12	7	10
Utilizan gas (%)	18	28	24
Suelos de buena calidad (%)	48	42	45
Suelos erosionados (%)	69	85	64
Poseen árboles nativos (%)	70	65	76
Manejan sus recursos naturales (%)	3	15	7
Poseen problemas ambientales (%)	81	73	60
Se han capacitado (%)	9	5	10
Poseen organizaciones locales (%)	27	30	19

Fuente: Núñez, 2008.

Relaciones de género en las estrategias de vida y toma de decisiones en la microcuenca del río Illangama

RESUMEN

Este estudio hace un análisis sobre la diferencia de roles entre hombres y mujeres en la producción y comercialización de la papa y la leche en la microcuenca del río Illangama. El enfoque principal está basado sobre cómo el acceso a los recursos promueve las estrategias de vida de los hogares y las relaciones de género. Se investigaron las cadenas de valor de mercado diferenciadas y cómo el género afecta la capacidad de los hogares para entrar e interactuar en estas cadenas. Para analizar a profundidad las relaciones de género, se realizaron 16 estudios de casos con las familias productoras y un estudio sobre la cadena de valor de la leche y sus derivados. Se determinó que el sistema de sustento familiar es papa-leche, en el cual, el jefe de familia tiene bajo su responsabilidad la producción agrícola y la mujer se encarga de la producción ganadera y el procesamiento del queso. Se encontró que los mercados claramente tienen una perspectiva de género, pero el efecto de éste es débil. Las mujeres participan en las cadenas de valor, pero su entrada es atenuada por sus propias redes sociales. En cuanto a la toma de decisiones de inversión, productivas y participación activa en las organizaciones comunitarias, son los hombres quienes asumen estas responsabilidades. En el acceso y control del capital natural, todos los miembros tienen acceso, pero el control está bajo responsabilidad del jefe de familia. Se concluye que la naturaleza de la participación femenina es absolutamente diferente a la de los varones, con clara desventaja para la participación de la mujer.

Palabras claves: acceso y control del capital Natural; división del trabajo; flujos de información; institucionalidad; redes sociales.

I. INTRODUCCIÓN

Contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades rurales involucra considerar dimensiones: *económicas, socioculturales, ambientales y de política institucional*, donde es importante abordar la gestión de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) desde una perspectiva territorial, que abra espacios hacia una nueva ruralidad y que promueva el bienestar de la sociedad rural potenciando su desarrollo y contribución, desde la equidad social, de género y ambiental.

Desde el enfoque de Género en el Desarrollo (GED), se considera la construcción de género como uno de los *agentes intermediarios* de las relaciones entre hombres y mujeres con el ambiente (Schmink, 1999). El tema género y ambiente parte de una amplia gama de investigaciones, producto de la degradación ambiental y la desigualdad social. Se interpreta el concepto de *género y medio ambiente* como sistemas complejos y dinámicos que pasan transversalmente por la cultura, lo material, lo político, lo económico, lo productivo y lo reproductivo, desafiando los límites disciplinarios convencionales (Cárdenas, 2007).

El análisis de género en la conservación y manejo de los recursos naturales se puede considerar de diversas maneras y enfocar de modo práctico, empleando instrumentos analíticos que se pueden integrar a los métodos actuales de I+D+i en los proyectos, para analizar aspectos de género y ambiente (Adamo y Horvoka, 1998). El análisis de las relaciones de género y el uso y manejo de los recursos naturales diferenciados por género implica recoger y analizar información desagregada por género, sobre sistemas de vida, derechos y responsabilidades, uso de recursos y valores y actitudes con relación a recursos clave (Schmink, 1999). Los datos desglosados de género son importantes para examinar expresiones concretas de roles y relaciones de género y la manera en que se relacionan con asuntos desde la gestión de actividades agrícolas (Adamo y Horvoka, 1998). Sin embargo, lo que dichos datos desglosados de género no revelan son los mecanismos materiales, sociales y culturales subyacentes, que mediatizan las diferencias genéricas, que tienen dimensiones e implicaciones tanto materiales como ideológicas.

Se evidencia que en las comunidades rurales los hombres y mujeres tienen responsabilidades diferentes respecto al trabajo, saben cosas diferentes y tienen perspectivas y prioridades diferentes de la vida cotidiana. Muchas de estas diferencias son esenciales para asuntos de manejo y uso de la biodiversidad (Adamo y Horvoka, 1998).

Hombres y mujeres tienen una diferente posición en la estructura social, producto de la asignación cultural de roles en la sociedad, con inserciones diferentes. Existe poca información de tipo cuantitativo sobre la participación de las mujeres y menos aún de los/as menores en la agricultura de América Latina y el Caribe. La participación de las mujeres varía considerablemente en cuanto a frecuencia, intensidad, tipo de actividad, cultivo y animales (Van Herpen y Ashby, 1991).

Desde esta perspectiva, es una necesidad estratégica incorporar el enfoque de género y ambiente para fortalecer aspectos institucionales en el quehacer de la I+D+i agropecuaria, agroforestales y agroindustrial, para lograr mejores y mayores impactos con las innovaciones tecnológicas, que apoyen la conservación de los ecosistemas, considerando que la población de hombres y mujeres son parte de los mismos. Por lo tanto, conociendo sus actividades en su ámbito, sus costumbres y su cultura, se puede establecer una relación menos destructiva entre ser humano y ambiente, y contribuir a su preservación.

Conscientes de esta realidad, se consideró relevante establecer información de base que permita conocer y entender los roles, derechos y responsabilidades diferentes de los hombres y las mujeres y a la relación entre ellos, para encaminar la Gestión Integrada de la Microcuenca del río Illangama. Desde esta perspectiva cuatro objetivos se plantearon en esta investigación: 1) identificar los roles que desempeñan los miembros de las familias dentro de las estrategias de vida en el acceso y control del capital natural y en la toma de decisiones comunitarias; 2) caracterizar el acceso y control de los recursos relevantes para el desarrollo de las estrategias de vida por parte de los miembros de las familias y la comunidad; 3) identificar las redes sociales y la institucionalidad del capital social de la zona para la participación comunitaria en la toma de decisiones de incidencia local; y 4) analizar los factores externos que influyen en la toma de decisiones, en el acceso y con-

trol de los recursos utilizados tanto dentro de las estrategias de vida de las familias como en el uso y conservación del capital natural de las comunidades de la microcuenca.

II. METODOLOGÍA

2.1. PREGUNTAS ORIENTADORAS

- A1. ¿Cuáles son los roles que desempeñan los miembros de las familias productoras dentro de las estrategias de vida familiar y a nivel de la comunidad para el manejo y conservación del capital natural?
- B1. ¿Qué miembros de las familias productoras tienen acceso y control de los recursos relevantes para el cumplimiento de las estrategias de vida familiar? ¿Qué miembros de la comunidad tienen acceso y control del capital natural de la comunidad?
- C1. ¿El capital social presente en la zona (redes sociales e institucionalidad) favorece el desarrollo sostenible de las comunidades de la microcuenca del río Illangama?
- D1. ¿Qué factores influyen en los procesos de participación, toma de decisiones, acceso y control del capital natural comunitario y el aprendizaje social para el desarrollo sostenible? ¿Estos factores favorecen u obstaculizan los procesos?

2.2. MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio, se seleccionaron 16 familias productoras, en función de los sistemas productivos relevantes en la zona. Se desarrollaron estudios de caso con apoyo de observación dirigida (Angrosino y Mays, 2000) y el planteamiento de preguntas de sondeo sobre el desarrollo de las actividades cotidianas y la participación de los miembros en los contextos familiar, comercialización y a nivel comunitario. También se realizaron talleres con grupos focales (Madriz, 2000), con representantes de organizaciones comunitarias, gubernamentales y privadas, presentes en la microcuenca. A través de estas metodologías, se compiló la información de indicadores que fueron sistematizados y analizados a través de métodos cualitativos (indagación apreciativa – Flora *et al.*, 2005; Flora *et al.*, 2004)

y cuantitativos para caracterizar y diferenciar los activos disponibles, las estrategias de vida, la participación de los actores, los roles, derechos y responsabilidades en la toma de decisiones familiares, de comercialización y comunitarias.

2.2.1. Muestreo aleatorio estratificado

En la microcuenca del río Illangama, las familias productoras, en función de la disponibilidad de sus medios de vida, fueron agrupadas en cuatro grupos (Cuadro 1). Considerando este aspecto, se realizó un muestreo estratificado (Di Rienzo *et al.*, 2001) con asignación igualitaria por estrategia de vida. Dentro de cada grupo en forma aleatoria, fueron seleccionadas cuatro familias productoras, como estudios de caso.

Cuadro 1.
Caracterización de los modelos de hogares en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Dependientes de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca Corresponde al 37% de familias	Dependientes de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario Corresponde al 38% de familias	Dependientes de la agricultura, ganadería e ingresos por negocios propios Corresponde al 9% de familias	Dependientes de la agricultura, ingresos por ayuda social e ingresos por migración Corresponde al 16% de familias

Fuente: Barrera *et al.*, 2008.

2.2.2. Indicadores

Se compiló información que permitió caracterizar los roles que desempeñan los miembros de las familias productoras dentro de las estrategias de vida y en toma de decisiones en la comunidad, los derechos, el acceso y control en el uso de los recursos, las responsabilidades asignadas, la participación y la incidencia de actores locales y externos en el manejo y conservación del capital Natural para el desarrollo sostenible de la microcuenca.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CAPITAL HUMANO

En los Cuadros 2 y 3 se evidencia la mayor participación masculina (hombre adulto) en el desempeño de las actividades agrícolas. También se observa que las mujeres y hombres adultos participan e interactúan en la compra de semilla y en la siembra. Actividades como la compra de fertilizantes y pesticidas, al igual que la realización de fertilizaciones y controles fitosanitarios, son actividades fundamentalmente ejecutadas por los hombres adultos (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Porcentaje de participación de los miembros de las familias productoras de la microcuenca del río Illangama en las actividades agrícolas. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Participación	Compra			Aplicación herbicidas	Siembra
	semilla	fertilizantes	pesticidas		
Mujer anciana	2	0	0	0	1
Mujer adulta	11	6	0	3	11
Mujer joven	0	0	0	0	0
Hombre anciano	1	1	11	0	0
Hombre adulto	51	73	72	97	21
Hombre joven	0	0	0	0	1
Mujer adulta y hombre adulto	27	3	0	0	53
Otros grupos	8	17	17	0	13

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

Del análisis de la información se desprende que la cosecha y poscosecha son actividades de responsabilidad conjunta entre las mujeres y hombres adultos; también se puede observar que la comercialización de los productos agrícolas está bajo la responsabilidad del hombre adulto, aunque

también se registra participación de las mujeres y hombres adultos interactuando (Cuadro 3).

Cuadro 3.

Porcentaje de participación de los miembros de las familias productoras de la microcuenca del río Illangama en las actividades agrícolas y comercialización. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Participación	Controles fitosanitarios	Aplicación fertilizantes	Cosecha	Clasificación	Venta de productos
Mujer anciana	0	0	1	1	1
Mujer adulta	2	6	9	9	9
Mujer joven	0	0	0	0	0
Hombre anciano	11	0	0	0	1
Hombre adulto	73	46	16	18	55
Hombre joven	0	0	0	0	1
Mujer adulta y hombre adulto	1	22	61	63	18
Otros grupos	13	74	13	9	15

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

Con relación a la producción ganadera (Cuadro 4), se observa que las actividades de manejo y alimentación son responsabilidades desarrolladas por las mujeres y hombres adultos, además de las mujeres adultas solas. Los hombres adultos se encargan de la compra del ganado. La comercialización de otros productos relacionados con la actividad ganadera (leche y quesos), la realizan los hombres adultos solos, las mujeres adultas solas y también interactúan mujeres y hombres adultos.

Cuadro 4.

Porcentaje de participación de los miembros de las familias productoras de la microcuenca del río Illangama en las actividades ganaderas y comercialización. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Participación	Manejo	Alimentación	Compra de ganado	Venta de productos
Mujer anciana	1	1	1	1
Mujer adulta	33	35	17	29
Mujer joven	1	1	0	0
Hombre anciano	0	0	0	0
Hombre adulto	2	4	65	33
Hombre joven	0	0	0	0
Mujer adulta y hombre adulto	42	25	7	21
Otros grupos	21	34	10	16

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

En la microcuenca del río Illangama, las familias son numerosas y están integradas en promedio por nueve miembros, el mínimo de miembros son seis y el máximo de trece. Las jefaturas de familia están asumidas por hombres, quienes participan en las organizaciones comunitarias de forma activa y tienen poder de decisión dentro de ellas.

Las jornadas de trabajo de los jefes de familia duran en promedio 15 horas (Cuadro 5), iniciándose entre las cinco y seis de la mañana. Las decisiones familiares y de inversión en la finca son asumidas de forma unilateral por parte del jefe de familia, aunque en algunos casos dialogan con sus esposas. De igual manera, en las decisiones a nivel de las organizaciones comunitarias y de la comunidad en sí, son los hombres quienes las toman a través de consensos.

Cuadro 5.
Estadísticas descriptivas de aspectos generales de las familias productoras
y de actividades bajo responsabilidad del jefe de familia en la microcuenca del
río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo
Número de miembros en la familia	9	6	13
Número de hombres en la familia	5	2	8
Número de mujeres en la familia	4	3	6
Edad del jefe de familia en años	51	27	75
Duración de la jornada diaria en horas	15	14	16
Número de actividades bajo responsabilidad del jefe de familia	4	1	7
Número de organizaciones en las que participa	2	1	2
Número de fuentes de información de precios	4	4	4
Número de actividades en el cultivo de papa en que participa	4	0	7
Número de actividades en el manejo el hato en que participa	3	0	7
Número de actividades en la producción de leche y queso en que participa	0	0	1

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

Al ser las familias de la microcuenca del río Illangama dependientes del sistema papa-leche, la separación de roles, responsabilidades y división del trabajo de los miembros, gira alrededor de estos rubros. Como se había señalado anteriormente, los hombres jefes de familia se encargan de la producción agrícola y dentro del cultivo de papa asumen la responsabilidad durante todo el ciclo productivo, aunque el resto de miembros de la familia participan en las labores de manejo del cultivo. Actividades relacionadas con la fertilización de los cultivos y los controles fitosanitarios son ejecutadas por los hombres jefes de familia. En cuanto al manejo del hato ganadero, la responsabilidad del hombre se limita a la compra de ganado,

la producción de pasturas, la vacunación y control de enfermedades en el ganado. La producción de leche y el procesamiento del queso, en su mayor porcentaje, son responsabilidad de las mujeres de la familia.

Las esposas cumplen jornadas de trabajo de 17 horas en promedio, con un mínimo de 15 y un máximo de 18 horas (Cuadro 6), es decir, jornadas más largas en relación al jefe de familia. Inician su jornada preparando el desayuno para que el jefe de hogar se dirija a sus actividades y por la noche finalizan después de la cena y la limpieza en general. Cumplen varias funciones dentro del hogar; por ejemplo, el cuidado de los niños, la preparación de los alimentos, limpieza de la casa, lavado de ropa, hilado de la lana, además de funciones productivas como el manejo y cuidado del ganado, la producción de queso, el cuidado de otros animales, el traslado de los productos e incluso la participación en las actividades agrícolas (preparación del suelo, siembra, aporques, cosecha, clasificación y embalaje).

Cuadro 6.

Estadísticas descriptivas de las actividades bajo responsabilidad de las esposas en la micro-cuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo
Duración de la jornada diaria en horas	17	15	18
Número de actividades bajo responsabilidad de la esposa	8	6	11
Número de organizaciones en las que participa	1	1	1
Número de fuentes de información de precios	3	3	3
Número de actividades en el cultivo de papa en que participa	5	2	6
Número de actividades en el manejo del hato en que participa	4	2	6
Número de actividades en la producción de leche y queso en que participa	5	0	6

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

Dentro del manejo y cuidado del ganado se incluyen actividades diarias como la rotación del ganado en los potreros, la dotación de agua, el suministro de suplementos alimentarios y la dotación de sales minerales. En el procesamiento de quesos, las actividades que cumple la esposa están relacionadas con el lavado de las ubres, el jatariche⁵, secado de las ubres, ordeño, recolección de la leche y preparación artesanal del queso. Todo este proceso se realiza a campo abierto, es por ello que las mujeres al ir al ordeño llevan consigo los implementos (fermento preparado, aros metálicos, lienzos, frazadas y baldes).

Como se mencionó anteriormente, en esta investigación se realizaron estudios de caso para la caracterización de la función técnica de la producción de leche y queso. Estos estudios muestran a la actividad ganadera como un rol y una responsabilidad desarrollada por las mujeres adultas que se encargan del cuidado y manejo del ganado, del ordeño, además de la producción artesanal de queso. La producción artesanal de queso la realizan inmediatamente después del ordeño en el potrero. Inicia con el ordeño, el cernido de la leche para retirar impurezas y se añade el cuajo. El tiempo que requiere para que la leche se cuaje es de aproximadamente 30 minutos, tiempo que es aprovechado para movilizar, alimentar y dotar de agua al ganado.

Otro aspecto importante observado en estos estudios de caso a nivel de la comercialización del queso, es que las familias productoras pequeñas, debido a los bajos volúmenes de producción de queso y a su dispersión, no son atractivos para los intermediarios de queso que operan en la zona. Por esta razón, estas familias productoras almacenan el queso durante la semana y lo comercializan directamente en los mercados locales a los consumidores finales. La comercialización se realiza en los días en que acuden a la ciudad de Guaranda a abastecerse de víveres para la semana. Todas estas actividades son desarrolladas por las mujeres adultas. Este mecanismo de comercialización les permite evadir a los intermediarios y obtener un mayor margen de ganancia en la venta del queso.

5 Traslado de los terneros junto a las vacas para que lacten e incentiven la producción de leche para el ordeño.

Las responsabilidades a cargo de los otros miembros hombres de la familia (jóvenes, niños y adultos mayores), tienen relación con el apoyo a las actividades agrícolas, principalmente en la preparación del suelo, siembra, aporques, cosecha y clasificación. En la producción pecuaria, contribuyen en el manejo y cuidado de especies menores y del hato ganadero. En éste último, sus responsabilidades se refieren a la rotación del ganado en los potreros, participación en la vacunación, control de enfermedades y la dotación de sales minerales. En el procesamiento de queso, los miembros hombres de la familia, no participan.

El resto de mujeres, miembros de la familia, se dedican básicamente a las labores desarrolladas por las madres, es decir, se dedican a los quehaceres domésticos, hilar la lana, cuidado de sus hermanos, cuidado y manejo del ganado y de otros animales y en la producción de leche y procesamiento de quesos. Las niñas a más de todas las labores descritas tienen como responsabilidad sus estudios.

3.2. CAPITAL FINANCIERO

Todas las familias dependen del sistema productivo papa-leche. Los hombres son responsables de al menos cuatro actividades para el sustento de su hogar, entre ellas están la producción agrícola, asistir a las reuniones de las organizaciones, velar por la alimentación de la familia y la comercialización de los productos de la finca.

De las familias participantes en la investigación se determinó que los jefes de familia comercializan con intermediarios, tanto para la producción agrícola (papa) como la producción pecuaria (quesos y ovejas), aunque los lugares de comercialización de los productos son distintos. Por ejemplo, el queso y las ovejas se comercializa en su finca, a la cual acuden los intermediarios a comprar, mientras que en el caso de las papas, los productores deben trasladarse a la ciudad de Guaranda. El precio del queso varía entre USD 1,10 y USD 1,20 por kg, dependiendo del intermediario (en la zona trabajan dos intermediarios). El precio de la papa hasta el mes de abril del presente año alcanzó USD 10 el quintal (45,45 kg). Las ovejas se venden en pie y el precio oscila entre USD 30 y USD 35, las ovejas adultas. Cabe destacar que los precios son acordados entre el jefe de familia y el comerciante.

En las familias donde procesan volúmenes relativamente bajos de queso para comercializar, las mujeres han creado una estrategia propia de comercialización directa en el mercado de Guaranda. Esta consiste en que se produce el queso, se lo almacena en agua con sal durante toda la semana y cuando acuden a Guaranda a abastecerse de víveres, aprovechan la oportunidad para comercializar el queso directamente con los consumidores. Este proceso de comercialización les otorga a las familias beneficios económicos entre 106% y 123%, en comparación a los precios del queso que pagan los intermediarios.

De manera general, se puede señalar que las esposas tienen bajo su responsabilidad productiva, el manejo y cuidado del ganado, otros animales y el procesamiento de queso. A diferencia de los jefes de hogar, las mujeres no solo coordinan las actividades sino las ejecutan.

En la microcuenca del río Illangama, el 43% de las esposas, no participan en la comercialización, solo colaboran en el traslado de los productos (Cuadro 7). Solo el 14% de mujeres señalan participar en la venta del queso. Las mujeres conocen y se mantienen informadas de los precios de los productos, en especial aquellas que comercializan el queso.

En la toma de decisiones de inversión dentro de la finca, el 43% de las esposas no participan y el 57% opina, pero la decisión final la toma el jefe de familia. Las decisiones de inversión dentro de la finca no son decisiones que se consulten con el resto de miembros de la familia (hombres y mujeres), además no participan en la comercialización.

Cuadro 7.

Análisis de frecuencias de la participación del jefe de familia y su esposa en las organizaciones comunitarias, la toma de decisiones y la inversión en la finca en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Variable	Frecuencia relativa (%)			
	Jefe de familia		Esposa	
	Si	No	Si	No
Participación en la comercialización de los productos de la finca	86	14	57	43
Participación en las organizaciones comunitarias	86	14	14	86
Participación en la toma de decisiones dentro de las organizaciones	86	14	14	86
Acceso al capital natural comunitario	100	0	100	0
Control del capital natural comunitario	100	0	43	57
Participación en la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales comunitarios	86	14	14	86
Participación en la toma de decisiones de inversión dentro de la finca	71	29	43	57

Fuente: Cruz *et al.*, 2009.

3.3. CAPITAL SOCIAL

Las organizaciones más reconocidas en el área en estudio corresponden a la Asociación de Trabajadores Agropecuarios y la Corporación de Organizaciones Campesinas para el Desarrollo Integral del Alto Guanujo (CO-CDIAG). Estas organizaciones, a decir de los jefes de familia participantes en los estudios de caso, se preocupan por buscar apoyo financiero y técnico orientado a generar beneficio para la comunidad. Los mecanismos para regular la asistencia y participación de los miembros son a través de jornadas de trabajo; actualmente, en el caso de inasistencia se han implantado multas entre USD 5 y USD 20. Dentro de estas organizaciones, se asume como vínculo fuerte la “palabra dada” como mecanismo de compromiso

de todos los miembros y su responsabilidad de participación en la organización comunitaria. Otras organizaciones sociales en las cuales participan son: la Iglesia Evangélica, el comité de padres de familia de la escuela y la coordinación de actividades productivas con instituciones como el INIAP, Cruz Roja Ecuatoriana, entre otras.

En cuanto al conocimiento y actualización de precios de venta de los productos, el capital social es fundamental, puesto que las principales fuentes de información corresponden a los vecinos, los intermediarios, el mercado y la radio. Una característica de las comunidades de esta microcuenca es que son muy unidas, han generado espacios sociales para mantenerse juntas y al interior de la comunidad; entre las familias, existen lazos de amistad y solidaridad en el trabajo. Así por ejemplo, actividades productivas fuertes, o la construcción de obras hace que la gente de la comunidad *preste la mano* para ejecutarlas, esto significa que acuden a colaborar con el propósito que a futuro también los apoyen. Estas formas de actuar de los miembros de las comunidades, ha fortalecido las redes sociales de la comunidades y de esta forma, se favorece también, el flujo de la información sobre precios de venta de los productos tanto a nivel de hombres como mujeres.

Con relación a la participación en las reuniones de las organizaciones comunitarias, el 57% de las esposas participan en las reuniones pero no tienen facultad para intervenir en los consensos para la toma de decisiones. El 43% restante no participa en las reuniones. Los hombres jóvenes participan en las reuniones de las organizaciones comunitarias pero no intervienen en la toma de decisiones. Las mujeres jóvenes no asisten ni participan en la toma de decisiones dentro de las organizaciones comunitarias, el control del capital natural, ni de las decisiones de inversión en las fincas.

3.4. CAPITAL NATURAL

En la zona, todavía existen áreas comunitarias, pero de lo observado, los jefes de familia tienen bajo su responsabilidad el acceso y control de los recursos naturales colectivos y las decisiones para su administración y manejo. Sobre este mismo aspecto, el acceso y control del capital natural, todas las esposas tienen acceso a los recursos naturales comunitarios, pero solo

el 14% participa en los procesos para la toma de decisiones y en el control del capital natural.

Las decisiones a nivel de las organizaciones comunitarias y de manejo de los recursos naturales son decisiones en las que no tienen ingerencia el resto de miembros hombres de las familias productoras. Un acontecimiento que debe destacarse -que si bien no forman parte de la toma de decisiones- es que el jefe de familia acude con sus hijos varones para que aprendan del proceso para cuando deban participar.

En la mayoría de sociedades, los roles de género y las relaciones internas y entre familias afectan profundamente la toma de decisiones de los agricultores. Las dinámicas dentro y entre familias están basadas en diferencias de género, edad y en la mayoría de casos de la posición en la familia (Guyer, 1980; McMillan, 1984). Los papeles que desempeñan los hombres, las mujeres y los patrones inter e intra hogares, están íntimamente relacionados con los sistemas agrícolas y tendrán un efecto y serán afectados por cambios en estos sistemas (Sims *et al.*, sf). En el caso de las relaciones de género en la microcuenca del río Illangama, los roles, las responsabilidades y la división del trabajo, varían en función de la actividad productiva que se desarrolle.

La producción agrícola está bajo la responsabilidad del hombre, específicamente del jefe de familia, aunque hay involucramiento del resto de miembros de la familia, pero el hombre coordina la participación de los miembros y las etapas en las que intervienen. Por ejemplo, el rol del hombre es encargarse de los controles fitosanitarios en el ciclo productivo agrícola. Es responsabilidad de las mujeres el cuidado del ganado, la alimentación, la rotación del ganado en el potrero, la dotación de agua, el ordeño y el procesamiento del queso. Este aspecto concuerda con lo manifestado por Sims *et al.* (sf), quienes señalan que en todos los grupos sociales, los hombres y las mujeres realizan actividades diferentes, tienen acceso a diferentes recursos y beneficios y tienen diferentes responsabilidades. Cloud (1985), señala que las diferencias tienen sus raíces en la organización social y son respaldadas por creencias y valores culturales que persisten pese a procesos de concienciación sobre lo que la gente hace y debe hacer. Siems *et al.* (sf), mencionan además, que el reconocimiento de los roles, responsabilidades y

división del trabajo de los hombres y las mujeres, para las tareas de producción y reproducción en las estrategias de vida, están definidas socialmente y no sexualmente.

De allí que, mejorar la productividad y la eficiencia de los sistemas productivos, en los que se sustenta las estrategias de vida y el bienestar familiar, implica analizar a quiénes se van a dirigir las nuevas ofertas tecnológicas, es decir, centrarse en los usuarios o los responsables en la toma de decisiones o quienes estén vinculados con los trabajos en los que se quiere mejorar. Por ejemplo, mejorar el proceso de procesamiento de queso en la microcuenca del río Illangama, solo será posible si se capacita y se otorgan las facilidades necesarias de gestión a las mujeres, quienes son responsables de esta actividad. Por otra parte, si bien en la actualidad, el proceso de comercialización es una responsabilidad social del hombre, se deberá promover la participación activa de la mujer para dinamizar el acceso y participación de hombres y mujeres y generar beneficios en el ámbito humano (equidad e inclusión), social (inserción de la mujer en las redes sociales) y económico.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Existen responsabilidades diferenciadas entre hombres y mujeres en el ámbito de las estrategias familiares de vida, en la participación dentro de las organizaciones comunitarias, en el control del capital natural comunitario y en la comercialización.
- El análisis de la información recabada en esta investigación, muestra y corrobora que las mujeres son frecuentemente excluidas del proceso de toma de decisiones del hogar, de las decisiones de las organizaciones comunitarias y del control del capital natural comunitario.
- Los hombres en esta microcuenca tienen una participación activa dentro de las organizaciones locales, en la administración de los recursos naturales comunitarios, definen las decisiones de inversión dentro de su finca y además, tienen bajo su responsabilidad la comercialización de los productos.

- 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.
- 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.
- Las actividades productivas agrícolas y ganaderas son responsabilidad de las mujeres y hombres adultos, pero todos los miembros de la familia participan aunque de forma diferenciada por sexo.
- Las mujeres adultas cumplen jornadas laborales más extensas que los hombres adultos.
- Los hombres adultos ejecutan las actividades agrícolas de mayor riesgo para la salud, por ejemplo la manipulación de agroquímicos y controles fitosanitarios, mientras que las mujeres adultas se encargan de las actividades ganaderas y de la producción artesanal del queso.
- Los hombres adultos insertan a los jóvenes dentro de los procesos comunitarios como un mecanismo de formación para su participación cuando sean adultos.
- Debido al capital social fortalecido en la microcuenca, tanto los hombres adultos como las mujeres adultas tienen acceso a fuentes confiables de información sobre precios de los productos y el comportamiento del mercado.
- Las mujeres adultas de familias productoras con limitada producción de leche para el procesamiento del queso, tienen bajo su responsabilidad la comercialización, debido a que los volúmenes son bajos y para los intermediarios no es atractiva su adquisición. De esta forma, consiguen mayores ingresos por la venta de queso en relación a las familias que comercializan con los intermediarios.
- Para todas las instituciones que apoyan el desarrollo de la microcuenca, es una ventaja que el capital social esté fortalecido ya que eso puede permitir

concienciar a la población para el manejo y conservación del capital natural y la adopción de alternativas tecnológicas amigables con el ambiente.

4.2. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se sugiere que se promueva la generación de espacios de participación activa y oportunidades igualitarias de hombres y mujeres dentro las actividades para el mejoramiento de las estrategias de vida, la comercialización, además en el manejo y conservación del capital natural.
- Se deben fortalecer las capacidades locales en función de los roles y responsabilidades que desempeñan dentro de las estrategias de vida, la comercialización de productos y en el manejo y conservación del capital natural.
- Promover y orientar el proceso de capacitación, diseñado en función de las responsabilidades, roles y división del trabajo que cumplen las mujeres y los hombres adultos dentro de sus estrategias de vida familiar.
- Apoyar a las mujeres que comercializan el queso de forma directa para que lo realicen en mejores condiciones, pero también mejoren el procesamiento y la conservación, de manera que el producto asegure mayores condiciones higiénicas para el consumidor.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Adamo, A. y Horvoka, A. 1998. *Directrices para integrar el análisis por género en las investigaciones sobre biodiversidad*. CIID, Canadá.
- Angrosino, M. y Mays, K. 2000. *Rethinking observation: from method to context*. In Denzin, N. K. and Y. S. Lincoln (eds). *Handbook of qualitative research*. Sage publications. pp. 576 – 606.
- 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. 78 pp.
- Cárdenas, F. 2007. *Propuesta para la implementación de los enfoques de género y ambiente en los procesos de investigación, validación, transferencia y comunicación, como estrategia de los proyectos del INIAP*. Informe de Trabajo. Quito, Ecuador. 18 pp.
- Cloud, K. 1985. *Women's productivity in agricultural systems: considerations for project design*. In *Gender roles in development projects: a case book*, edited by Catherine Overholt *et.al.* West Hartford, Conn.: Kumarian Press.

- Célleri, M. 2009. *Análisis de la cadena productiva de la leche y sus derivados, en la microcuenca del río Illangama, Provincia Bolívar-Ecuador*. Tesis de Grado de Ingeniero Agroforestal. Universidad Estatal de Bolívar. Bolívar, Ecuador. 78 pp.
- Cruz, E.; Barrera, V. y Alwang, J. 2009. *Caracterización de las relaciones de género en las estrategias de vida y toma de decisiones familiares y comunitarias para el manejo y conservación del capital Natural y las redes de comercialización. Microcuenca del río Illangama – Ecuador*. En impresión en SANREM CRSP.
- Di Rienzo, J.; Balzarini, M.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, E.; Díaz, M. y Robledo, C. 2001. *Estadística para las ciencias agropecuarias*. Edición electrónica. Cuarta edición. Córdoba, Argentina. pp. 12 – 13, 16 – 30.
- Flora, C. 2005. *Los grandes retos para el desarrollo de una agricultura alternativa* (en línea). NCRCRD (Centro Regional Centro Norte para el Desarrollo Rural. US). 22 p. Consultado 8 jun. 2007. Disponible en www.raaa.org/D4-Cornelia.ppt
- Flora, C.; Emery, M.; Fey, S. y Bregendahl, C. 2004. *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>.
- Fontana, A y Frey, J. 2000. *The interview: from structured questions to negotiated text*. In Denzin, N. K. and Y. S. Lincoln (eds). *Handbook of qualitative research*. Sage publications. pp 645 – 672.
- Guyer, J. 1980. *Household budgets and women's incomes*. Prepared for the symposium on "Women in the work force" at the American Anthropological Association Meetings, 1979. Boston: African Studies Center, Boston University, Working Paper no. 28.
- McMillan, D. 1984. *Monitoring the evolution of household economic systems over time in farming systems research*. In *Conceptualizing the household: Issues of theory, method and application*, edited by Jane I. Guyer and Pauline E. Peters. Workshop sponsored by the Joint Committee on African Studies of the American Council of Learned Societies and the Social Science Research Council. Cambridge: Harvard University.
- Madriz, E. 2000. *Focus groups in feminist research*. In Denzin, N.K. and Y. S. Lincoln (eds) *Handbook of qualitative research*. Sage publications. pp 835-850.
- Sims, H.; Poats, S.; Cloud, K. y Huisinga, R. sf. *Marco conceptual para el análisis de género en la investigación y extensión en sistemas de producción agrícola*. Report prepared by the Farming Systems Support Project, University of Florida/ U.S. Agency for International Development for the Office of Technology Assessment, Congress of the United States.
- Schmink, M. 1999. *Conceptual Framework for Gender and Community-Based Conservation, Case Study No. 1*. MERGE Series on Gender, Community Participation and Natural Resources Management. Gainesville, FL: University of Florida/PESACRE.
- Van Herpen, D. y Ashby, J. 1991. *Análisis de género en la investigación agrícola*. CIAT, Cali Colombia.

Viabilidad socio-económica y ambiental del sistema papa-leche en la microcuenca del río Illangama-Ecuador

RESUMEN

De acuerdo al índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, en la microcuenca del río Illangama, aproximadamente el 76% de la población es pobre y sus ingresos económicos oscilan entre USD 120 y 160 por mes, a pesar de que manejan sistemas complejos con un alto potencial de producción, ingresos, generación de empleo y manejo sostenible de recursos naturales. El más importante de ellos es el sistema papa-leche que genera los principales ingresos económicos y garantiza la seguridad alimentaria de los hogares. Desde esta perspectiva, este estudio hace un análisis de la viabilidad socio-económica y ambiental del sistema, con el propósito de establecer la eficiencia y flexibilidad para responder a retos biológicos, económicos y sociales. Se basa en la información recopilada a diferentes niveles y escalas, en donde sobresalen los estudios en campos experimentales del INIAP y en parcelas de productores. Los resultados muestran que el sistema posee potenciales altos de productividad por área y factibilidad técnico económica de incrementar su productividad actual. A pesar de la gran influencia que tienen los precios de la papa y la tasa de interés en la rentabilidad del sistema el verdadero limitante es la baja disponibilidad de animales para poder utilizar el potencial de la pastura. El sistema papa-leche es la mejor opción que tienen los productores y el bajo costo de oportunidad de la tierra y la mano de obra hará que persista. Desde el punto de vista ambiental, el sistema bien manejado puede promover el no uso de las tierras en el páramo, lo cual sería uno de los pocos mecanismos que aceptarían los gobiernos para apoyar a los pequeños productores de la microcuenca.

Palabras clave: viabilidad; microcuenca; sistema papa-leche; niveles jerárquicos; páramo.

I. INTRODUCCIÓN

Los productores de la ecorregión andina del Ecuador se caracterizan por manejar sistemas complejos de producción dentro de los cuales las rotaciones cultivos-pastos son las más comunes y las que tendrían el mayor potencial para incrementar rendimientos, generar nuevos empleos y ayudar a un manejo sostenible de los recursos naturales (Barrera *et al.*, 2004^a). Estas mismas características reportan los productores de la microcuenca del río Illangama, en donde el sistema papa-leche es la principal fuente de sustento e ingresos económicos (Barrera *et al.*, 2007).

La gran eficiencia y flexibilidad del sistema papa-leche les permite responder rápidamente a factores externos e internos que modifican la productividad del sistema, los ingresos y los riesgos que enfrenta el productor. Esto es especialmente importante cuando el país está pasando por la reestructuración macroeconómica más fuerte de los últimos 50 años, la región costa incrementa su competitividad y esta repercute, cada vez más, en la productividad de los sistemas en la sierra y, los países vecinos, con los cuales tiene comercio importante las provincias fronterizas donde se localizan estos sistemas, están enfrentado problemas similares, que distorsionan y/o cambian los mercados tradicionales y los sistemas de producción que generan esa producción (Barrera, 2004).

Los estudios en campos experimentales del INIAP y en parcelas de productores localizadas en la microcuenca del río Illangama muestran uno de los potenciales más altos de productividad por área a nivel regional y nacional y factibilidad técnico económica de incrementar la productividad del sistema papa-leche actual (Barrera *et al.*, 2004^{a, b, c}). Por otro lado, los estudios de caracterización de la microcuenca, muestran un comportamiento lógico con respecto a lo esperado: por un lado, un grupo de productores de bajos niveles de productividad y respuestas importantes a fenómenos de corto plazo que ponen en duda la persistencia del sistema en el largo plazo, y por otro, un grupo que muestra medianos niveles de productividad, los cuales explicaría el aparente comportamiento lógico de los productores, en su toma de decisiones de manejar el sistema (Barrera *et al.*, 2007).

Bajo estas circunstancias, los actores involucrados en desarrollar y optimizar el sistema papa-leche, se plantean varias inquietudes sobre la via-

.....

Figura 1. Área ocupada por el sistema papa-leche en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

2.2. MÉTODOS

La viabilidad socio-económica y ambiental *ex ante* del sistema papa-leche está muy relacionada con el nivel jerárquico al cual se realizan los análisis. En general, la gran viabilidad identificada a nivel de componente comienza a reducirse rápidamente a medida que se analiza su integración al sistema de producción y en la evolución regional (niveles de adopción) donde entra en competencia, por recursos y mercados, con sistemas de papa-leche y especializados a nivel de la sierra ecuatoriana y país.

Para documentar este punto, el análisis de la viabilidad socio-económica y ambiental y de evolución del sistema papa-leche se realiza a diferentes niveles jerárquicos: componentes, fincas, sistema de producción, sierra ecuatoriana y país. En cada uno de estos niveles se utiliza la información pertinente que ha sido recopilada en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, en dependencias del estado ecuatoriano como el Banco Central y SIGAGRO, en parcelas de productores, en estudios de caracterización de sistemas de producción en nichos ecológicos, representativos de las áreas con más potencial. Esta información se complementa, a su vez, con información económica y social que permite evaluar el impacto de diferentes escenarios de desarrollo en la evolución del sistema papa-leche y en su capacidad para generar producción, empleo e ingresos para los productores de la microcuenca del río Illangama.

Mucha de la información disponible -que se utiliza en este análisis- es producto de la recopilación sistemática de varios años de estudio en la microcuenca y es, por lo tanto, una respuesta de los productores y del sistema papa-leche a condiciones climáticas, económicas y sociales con cierta variabilidad.

Uno de los esfuerzos mayores ha sido cómo utilizar esta información para entender la racionalidad del sistema papa-leche que permita estimar su comportamiento cuando enfrente nuevos retos a nivel regional y nacional. Por lo tanto, se dará especial énfasis al precio sombra de los recursos que se generan bajo diferentes niveles de productividad, tamaños de operación y mercados de insumos y productos. Esto implica que en muchos casos se complementarán los estudios realizados con nuevos cálculos y enfoques que pueden dar una nueva perspectiva a los análisis realizados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA PAPA-LECHE CUANDO EL ANÁLISIS *EX ANTE* SE HACE A DIFERENTES NIVELES JERÁRQUICOS

De acuerdo con el Enfoque Análisis e Investigación en Sistemas, un análisis a nivel de finca debe comprender, al menos, los dos niveles jerárquicos adyacentes; componente y sistema de producción (León-Velarde y Barrera, 2003).

Los niveles de producción alcanzados en la microcuenca del río Illangama, a través de estudios en parcelas de producción en campos de agricultores (Barrera *et al.*, 2004^{a, b, c}; Barrera *et al.*, 2001), muestran, que bajo condiciones climáticas promedios y niveles sencillos de tecnología (fertilización y manejo de los animales conocido por el productor), el sistema de rotación papa-leche estaría en capacidad de generar, por hectárea, una producción anual equivalente de 11 495 kilos de papa y 5 274 litros de leche. Dadas las áreas disponibles para expandir el sistema (2 000 ha.), esta integración papa-leche podría generar alimentos suficientes para una población de 127 722 personas, con niveles iguales de consumo a los que tiene Ecuador (36 kg. de papa y 120 litros de leche) actualmente.

Con estos niveles de productividad solo se necesitarían 800 ha del sistema papa-leche (basado en una rotación de un año de cultivo de papa por 5 años de pasturas) para producir toda la papa y la leche que consume la subcuenca del río Chimbo, en donde está involucrada la población de la provincia de Bolívar, principalmente. Esto implicaría utilizar el 6% del área potencial y el 27% del área actual en el sistema con alta productividad.

Bajo estas circunstancias va a ser muy difícil intensificar, en forma sostenible, la productividad actual, pues, dada la flexibilidad del sistema para utilizar diferentes niveles de fertilización, tipos de pasturas, cargas animales y períodos de rotación, coexistirán permanentemente diferentes niveles de productividad que estarán a su vez muy relacionados con la dotación de recursos, los niveles de precio en el mercado, las tasas de interés de los préstamos y el potencial de capitalización del sistema a través de la producción de papa.

Todo esto creará diferentes objetivos del sistema (desde un esquema de ganadería tradicional como respaldo para la inversión en papa, que es muy

riesgosa para pequeños y medianos productores, hasta un sistema muy intensivo en papa y producción de leche, que se utilizará en ganaderías especializadas para renovar pasturas), que estarán muy relacionados con la función objetivo del productor y su aversión al riesgo. Esta apreciación no se ajustaría muy bien a los mensajes que se están recibiendo de las investigaciones a nivel de componente y finca, que muestran, que el sistema tiene un gran potencial para incrementar la productividad y una eficiencia económica que competiría ventajosamente con otras opciones de inversión. Los resultados son muy sólidos biológica y económicamente y están dados en un ámbito en donde las producciones no son muy estables, hay riesgo climático alto, las siembras se pueden hacer a través del año pero con riesgo, los precios de los fertilizantes son más altos que los existentes a nivel internacional y en los análisis económicos se han utilizado precios conservadores para la papa y la leche. Con estas condiciones las rentabilidades totales y marginales son muy altas mostrando que el sistema debe dirigirse hacia una intensificación de la producción, aún bajo las condiciones actuales.

Un análisis más detallado, integrando los tres niveles jerárquicos, mostraría que los resultados obtenidos son válidos pero incompletos para estimar el verdadero potencial de intensificar el sistema. Las principales diferencias se presentarían en: producción intensiva de pasturas; la flexibilidad del sistema para tener diferentes lapsos de rotaciones; y la descapitalización del campo.

3.1.1. Producción intensiva de pasturas

Se concentra en la producción de pasturas al ser el componente que más incidencia tiene en la productividad del sistema por la duración en la rotación -cinco años versus una o dos cosechas de papa en el primer año- y por la gran variación de niveles tecnológicos encontrados a nivel de campo, desde producciones extensivas con fertilización y carga animal inadecuada hasta el uso de pastos nativos subutilizados por falta de animales.

En el Cuadro 1 se presenta los resultados obtenidos en varios años de trabajo -en la microcuenca del río Illangama- en parcelas de productores (Barrera, 2004). En general, estos datos son muy parecidos a los obtenidos en las demás provincias donde el sistema papa-leche es importante y/o tiene potencial. Como se puede ver, existe un gran potencial para incrementar la producción de pasturas, y el sistema con mezcla forrajera de rye grass

Lolium, pasto azul *Dactylis glomerata* y trébol *Trifolium* (tecnología INIAP) duplica la producción de materia seca de la pradera natural (pasto nativo), con muy buenos niveles de proteína cruda y digestibilidad.

Cuadro 1.
Alternativas tecnológicas para la microcuenca del río Illangama.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2004.

Variables	Sistema en parcelas de productor		
	Tecnología INIAP*	Pasto mejorado**	Pasto nativo**
Pastura Kg MS/ha/año	12 000	10 800	6 600
Gramíneas (%)	62	68	55
Leguminosas (%)	22	17	8
Proteína cruda (%)	18,5	15,7	13,9
Digestibilidad (% de MS)	64,9	59,8	49,5
Carga animal (UBA/ha)	1,7	1,5	1,0
Leche (Kg/ha/año)	6 205	3 833	1 825

Fuente: Barrera, 2004.

* La tecnología INIAP utiliza mezcla forrajera y 100 Kg N/ha/año.

** Manejo productor

Si se hace un análisis económico se ve que la rentabilidad marginal es alta (Cuadro 2) y no existiría ninguna razón para que los productores no intensificaran la producción, dado que los niveles de productividad de pasturas son estables, el precio de los fertilizantes son altos a nivel internacional y se utilizó un precio conservador para la leche (\$ 0,28 por litro) muy inferior al precio de protección interna para el Ecuador que, con base en precios internacionales de la leche en los últimos 5 años, estaría cerca de los \$ 0,34 por litro). Aún con el precio de \$ 4 292 por tonelada de leche en polvo entera (precio FOB 2008), el precio de protección interna sería de \$ 0,43 por litro, mostrando que el precio utilizado para el análisis (\$ 0,28 por litro) sería el precio mínimo que tendría la leche en el mediano plazo, aún en los casos de eliminar todos los aranceles.

Este análisis, a pesar de ser válido para las pasturas, tiene varios supuestos que no aplicarían cuando se hace un análisis a nivel de sistema de producción y dan un falso mensaje sobre el verdadero deseo de los productores de invertir para elevar la productividad. Esto es cierto en general, pero especialmente para los pequeños productores (menos de 5 hectáreas) que representan el 86% de los productores del área del Illangama.

Cuadro 2.

Evaluación económica de las alternativas tecnológicas en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Sistema en parcelas de productor		
	Tecnología INIAP	Pasto mejorado**	Pasto nativo**
Ingresos Brutos USD/ha	1 737	1 073	511
Costos USD/ha	589	330	85
Ingresos Netos USD/ha	1 148	743	426
Ingresos Marginales USD/ha	1 226	562	
Costos Marginales USD/ha	504	245	
Tasa Retorno Marginal (%)*	243	229	

Fuente: Barrera *et al.*, 2010.

* Tasa de retorno marginal sobre el sistema de pasto nativo.

** Manejo productor

Los puntos críticos que modificarían los resultados obtenidos con el análisis de componentes son:

En los análisis no se consideró la inversión en ganado

En el caso de la microcuenca del río Illangama, los productores utilizan animales de raza Holstein (en diferentes estados de cruce) con más potencial de producción de leche donde la pérdida de valor de la vaca a través el tiempo es importante y conocida; por lo tanto, es necesario considerar el valor de la amortización y depreciación de los animales.

Cuando las tasas de interés son bajas (menos de 4% anual) no habría una gran diferencia en los resultados económicos si se considera o no la inversión

en animales. Bajo las actuales tasas de interés (9 al 13% anual, Figura 2) este factor se convierte en un componente muy importante de los costos. Como se analizará posteriormente, cuando la tierra y la mano de obra son factores abundantes el precio de los animales no está necesariamente ligado con los costos de producción sino con el precio sombra del recurso dentro del sistema. En estos casos el precio de los animales es muy superior al de los costos de producción y por lo tanto debe ser considerado explícitamente.

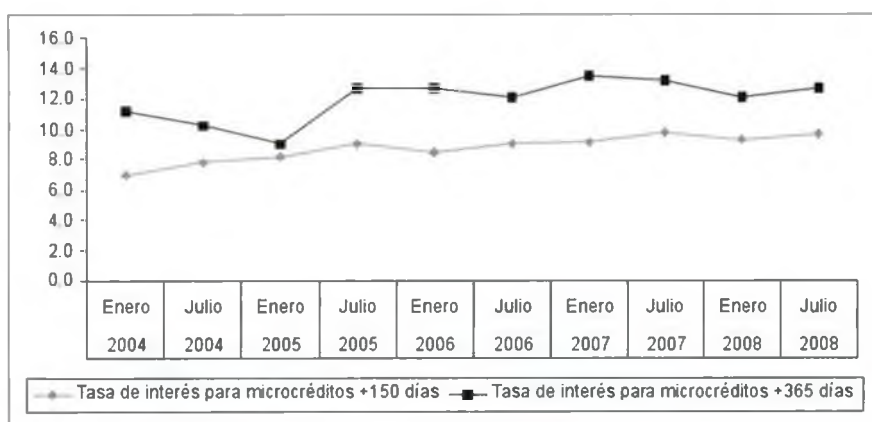


Figura 2. Tasas de interés período 2004-2008. Banco Central del Ecuador.

Para capturar los beneficios de la pastura se debe incrementar la carga animal

El principal efecto (55% del incremento en producción) de las praderas mejoradas es aumentar la disponibilidad de materia seca y esto implica una modificación de la carga animal (de 1,0 hasta 1,7 UBA/ha) para poder aprovechar todo su potencial. Esto tiene gran importancia cuando se quiere extrapolar los resultados de finca a sistema de producción pues el principal factor limitante es el crecimiento del hato, que en el mejor de los casos, lo podrá hacer al 3% anual, limitando de esta forma la expansión del sistema a otras fincas y/o en la misma finca. En este caso, existe una restricción física (número de animales) que genera toda una serie de cambios en los precios relativos, modificando la viabilidad económica de las opciones tecnológicas.

La inversión en ganado y la modificación de la carga animal tienen incidencias en los resultados económicos y financieros

Bajo las actuales condiciones de la economía los incrementos en carga animal modifican sustancialmente la rentabilidad y los flujos de efectivo. No solo se requiere una inversión adicional de 70% (USD 800 a USD 1 360 en animales) y un 592% (USD 85 a USD 589) en pasturas, sino que se debe amortizar anualmente un 15% (USD 120 a USD 204) del valor del animal para compensar la diferencia entre el precio de compra y venta, que en vacas lecheras especializadas es de cerca del 80%. Adicionalmente, el capital promedio invertido se incrementa en un 190% sobre el sistema con pastura nativa. En el Cuadro 3 se presenta las modificaciones del sistema cuando se hacen estos ajustes. La tasa actual de intereses juega un papel muy importante en la eficiencia económica de esta inversión.

Cuadro 3.
Evaluación económica considerando el valor del ganado en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Sistema en parcelas de productor		
	Tecnología INIAP	Pasto mejorado**	Pasto nativo**
Inversión en animales USD/ha	1360	1120	800
Amortización anual USD/ha*	204	168	120
Valor final USD/ha	340	280	200
Costos por manejo USD/ha	310	256	183
Costos de la pastura USD/ha	589	330	85
Interés anual USD/ha	95	60	25
Total costos USD/ha	1198	813	412
Ingresos brutos USD/ha	1737	1073	511
Ingreso Neto USD/ha	539	260	99

Fuente: Barrera *et al.*, 2010.

* Se estima que la vaca está cinco años produciendo antes de descartarse.

** Manejo productor

Como se puede ver en el Cuadro 3, las diferencias entre los sistemas se amplía significativamente y el sistema se vería beneficiado con su intensificación -tecnología INIAP-, siempre y cuando los costos de producción (USD 800 por vaca) y las tasas de interés del mercado actual (se utilizó una tasa del 12% anual) se mantengan. En el caso de los pequeños productores esta debe ser considerada como la tasa mínima pues no existe sistemas de crédito a pequeños productores y estos deben conseguir los recursos en el sistema extra bancario, en el cual se ha documentado un cobro más alto de tasas de interés.

3.1.2. La flexibilidad del sistema para tener diferentes lapsos de rotaciones

El sistema papa-leche existe en toda la microcuenca del río Illangama pero con diferentes características biológicas que generan una gran flexibilidad biológica y económica para tener rotaciones de diferente duración. En la microcuenca predomina una precipitación de 500 a 1300 mm/año concentrada en un período lluvioso de 5 a 6 meses. Esto permite un mayor control de enfermedades y la posibilidad de sembrar la pastura y/o el cultivo en cualquier época del año al disponer de riego, que lo reportan el 36% de los productores. Si existieran limitantes biológicos para hacer rotaciones en el corto plazo lo más indicado sería fertilizar las pasturas para mantener la productividad mostrando una clara ventaja de utilizar, a su vez, pasturas mejoradas en mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas. A medida que el lapso de la rotación se reduce es atractivo económicamente utilizar la fertilidad residual de la papa y volverla a sembrar cuando la pradera ha perdido su potencial de producción por falta de fertilización. A pesar que los niveles de productividad del sistema son muy diferentes a medida que se modifican los lapsos de rotaciones en un análisis económico muestra la poca diferencia que se daría entre ellas.

En el Cuadro 4 se presenta las variables consideradas y los parámetros utilizados para hacer los análisis y en el Cuadro 5 los principales resultados obtenidos. Para los análisis se han tomado en cuenta todos los costos con excepción del alquiler de tierra y el costo de mano de obra. Se hizo de esta forma dado el alto grado de subjetividad que se le asigna a estos valores. Los análisis se hacen tomando en cuenta los factores con más

variación como son el precio de la papa, el valor de las vacas y la tasa de interés, y se dejan constantes los precios más estables como fertilizantes, semillas y precio de la leche.

Como se puede ver en el Cuadro 5 existe una gran incidencia del precio de papa, el valor del ganado y la tasa de interés en los márgenes obtenidos (variaciones entre USD 1 282 y USD 2 488 por ha) pero para cada una de las combinaciones analizadas existe pocas diferencias entre los diferentes lapsos de rotación y los niveles tecnológicos. Por ejemplo, con un precio de papa de USD 0,20 por kg, con un valor de USD 800 por vaca y una tasa de interés de 18% anual, la diferencia máxima que existiría entre las opciones sin fertilizante sería de USD 260 por ha (USD 1 548 versus USD 1 288 por ha). Si se compara las opciones con fertilizante entre diferentes lapsos de rotación se encuentra diferencias de USD 404 por ha (USD 2 047 y USD 1 643 por ha para rotaciones con cuatro y cinco años de pasturas). En este caso, la opción óptima económicamente sería utilizar rotaciones con 4 años de pasturas aprovechando al máximo la fertilidad residual de la producción de papa y cambiando nuevamente a la siembra de papa cuando la pastura pierde productividad. Si el precio de la papa se incrementa a USD 0,24 por kg se mantienen las diferencias entre las opciones de rotación.



Cuadro 4.

Variables consideradas en los análisis de diferentes escenarios de rotación y uso de insumos en las pasturas sembradas en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables en estudio	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Sin fertilizante	Con fertilizante	Sin fertilizante	Con fertilizante
Precio de una vaca USD	800	800	800	800
Tasa de interés	0,18	0,18	0,18	0,18
Precio de papa USD/kg	0,24	0,24	0,24	0,24
Precio de leche USD/l	0,28	0,28	0,28	0,28
Precio de Urea USD/kg	1,00	1,00	1,00	1,00
Precio de K2O USD/kg	0,60	0,60	0,60	0,60
Precio de 18-46-00 USD/kg	1,70	1,70	1,70	1,70
Precio de Nutrimón USD/kg	0,80	0,80	0,80	0,80
Rotación (años en pasturas)	4	4	5	5
Producción de papa kg/ha/año	7 510	10 345	6 748	9 196
Producción de leche kg/ha/año	3 450	5 585	3 066	4 964
Uso: Urea kg/ha/año	160	315	160	315
K2O kg/ha/año	55	110	55	110
18-46-00 kg/ha/año	160	315	160	315
Nutrimón kg/ha/año		80		80
Costo de establecimiento USD/ha/año	136	185	136	185
Interés + depreciación vaca USD/ha/año	319	420	319	420
Costo de fertilizantes USD/ha/año	465	981	465	981
Ingresos por papas USD/ha/año	1 802	2 483	1 620	2 207
Ingresos por leche USD/ha/año	966	1 564	858	1 390
Margen del sistema USD/ha/año*	1 849	2 461	1 558	2 011

Fuente: Barrera *et al.*, 2010.

* El margen del sistema es la retribución a los jornales, la tierra e infraestructura.

Alternativa 1: Rotación con 4 años en pasturas. La pastura puede ser producida con y sin fertilizante, después de aprovechar la fertilización residual el primer año.

Alternativa 2: Rotación con 5 años en pasturas. La pastura puede ser producida con y sin fertilizante, después de aprovechar la fertilización residual el primer año.

Cuadro 5.

Margen del sistema papa-pastos bajo diferentes opciones de precios y lapsos de rotación* en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Precio de papa USD/kg	Valor vaca USD	Tasa de Interés %	Alternativa 1		Alternativa 2	
			Sin fertilizante	Con fertilizante	Sin fertilizante	Con fertilizante
0,20	800	18	1 548	2 047	1 288	1 643
0,22	800	18	1 698	2 254	1 423	1 827
0,24	800	18	1 849	2 461	1 558	2 011
0,20	1 000	12	1 542	2 074	1 282	1 670
0,22	1 000	12	1 692	2 281	1 417	1 854
0,24	1 000	12	1 842	2 488	1 552	2 038

Fuente: Barrera *et al.*, 2010.

* El margen del sistema es la retribución a los jornales, la tierra e infraestructura.

Alternativa 1: Rotación con 4 años en pasturas. La pastura puede ser producida con y sin fertilizante, después de aprovechar la fertilización residual el primer año.

Alternativa 2: Rotación con 5 años en pasturas. La pastura puede ser producida con y sin fertilizante, después de aprovechar la fertilización residual el primer año.

Cuando se reducen las tasas de interés (12% anual) las rotaciones con mayor utilización de fertilizantes en pasturas se vuelven más atractivas (USD 2 488 y USD 2 038 por ha) con un precio de la papa de USD 0,24 por kg. Si el precio de la papa se reduce a USD 0,20 por kg, los márgenes de todas las opciones se reducen pero las que tienen cuatro años con pasturas y mejor carga animal generan, adicionalmente USD 404 por ha (USD 2 074 versus USD 1 670, 4 y 5 años con praderas). Como se desprende de este análisis, existiría una ventaja para la intensificación del sistema independientemente de las variaciones en precios de papa, valor de los animales y tasas de interés.

3.1.3. La descapitalización del campo incide en el nivel tecnológico utilizado

Si existiera suficiente capital en el sistema para tener la carga adecuada que permitiera utilizar todo el potencial de la pradera, la opción más estable y rentable sería una rotación cada 4 ó 5 años (como lo demuestran los estu-

dios del INIAP) mostrando de esta forma que en general, los productores quieren tener un sistema de producción de leche que es muy estable pues a pesar de variaciones coyunturales en momentos de ajuste macroeconómico el precio de protección interna de la leche (USD 0,28 por litro) permite que el sistema tenga ganancias por hectárea.

El esquema de rotaciones largas generaría una menor producción de papa, equivalente anual, pero una mayor productividad por área cosechada. Esto reduciría la inestabilidad de precios de la papa e incrementaría la productividad del sistema de producción. Para que esta sea la opción más viable se requiere tener, al menos, una inversión de USD 5 200 por ha (USD 2 200 en pasturas y animales y USD 3 000 en tierra), valor difícil de lograr con el 86% de los productores que actualmente se encuentran involucrados en el sistema de producción en la microcuenca del río Illangama.

Si no se dispone de este capital la opción más viable es hacer rotaciones cortas que a su vez incrementan la inestabilidad de los ingresos de los productores y reducen los niveles de productividad. Este sistema también es muy estable (a pesar de producir grandes pérdidas en algunas oportunidades por saturación del mercado) dada la buena relación que existe entre valor de los insumos comprados y el potencial de ingresos, y a pesar de las variaciones de ingresos es la mejor opción que tienen los productores en la microcuenca del río Illangama y en la sierra ecuatoriana, para utilizar sus tierras.

3.2. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS CON BASE EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS

En la microcuenca del río Illangama el 86% de los productores tiene menos de 5 hectáreas, pero solo manejan del 30 al 40% del área. Por lo tanto, la evolución del sistema se puede mirar de dos formas: evolución de las diferentes unidades de producción y evolución del área involucrada en el sistema:

3.2.1. Potencial de evolución de las unidades de producción

Tradicionalmente, los productores pequeños realizan rotaciones más cortas que los productores grandes más orientados a la producción pecuaria, por lo tanto, hay que preocuparse principalmente por la evolución de

los productores pequeños, si el objetivo es aumentar la productividad de las unidades de producción.

Los análisis anteriores sugieren que los factores que más influirían serían económicos y por lo tanto se requeriría aumentar el lapso de las rotaciones para disminuir la producción equivalente anual de papa e incrementar la productividad por cada cosecha. Esto haría un sistema más estable con menores fluctuaciones de precios. Para que estos cambios ocurran se requiere capitalizar a los productores pequeños en unos USD 2 500 por ha, reducir las tasas de interés a un 7% real anual, venderles vacas con un potencial de 15 litros a USD 800 por animal y crear una organización económica de productores que reduzca los costos de transacción por recolección de leche y asistencia técnica.

Dada la productividad del sistema estas condiciones parecen fácilmente alcanzables con esfuerzos razonables y se podría argumentar que si se deja que las leyes del mercado funcionen, estos productores alcanzarían las metas de intensificación propuestas. Un análisis más profundo, mostraría sin embargo, que incrementar la productividad de este grupo de productores, en un mercado abierto y competitivo, es una meta difícil de alcanzar en los próximos 20 años.

El precio de las vacas de leche sería muy superior a los USD 1 200

En la práctica los pequeños productores tienen tierra y el verdadero limitante es la disponibilidad de las vacas que debe ser generada en sus fincas y/o en las fincas de los productores medianos y grandes. Los productores grandes tienen un precio sombra más bajo para el capital y más alto para la vaca, pues la nueva tecnología les da oportunidad de duplicar fácilmente la carga. Esto hace que el valor de la vaca en el mercado sea muy superior a los USD 1 200, precio al cual se están ofreciendo algunas vacas actualmente. Esto sugiere que estas ventas son casos aislados pero no sería el precio al cual se moverían los animales de unos productores a otros. A estos precios altos los productores pobres no podrían comprar las vacas y en este caso la mejor opción sería seguir con el sistema actual; rotaciones más cortas, sin fertilizar las pasturas y con una carga animal muy inferior a las necesidades reales, aún con pastos sin fertilizar.

Una oferta de nuevos créditos no solucionaría el problema

Si existiera disponibilidad de crédito para los productores agropecuarios el problema no se solucionaría. Los primeros que accederían a los créditos serían los productores grandes y esto contribuiría a reducir el costo financiero de las inversiones en pasturas y ganado haciendo que se incrementara el costo de oportunidad de la vaca y el respectivo precio del animal en el mercado. Adicionalmente estaría interesado en ampliar y/o renovar las áreas de pasturas y esta sería una nueva presión para aumentar los precios de los animales en el sistema.

Tasas de interés que son aptas para que los pequeños productores intensifiquen la producción y los inversionistas presten

Con los niveles de descapitalización del sector los productores no podrían pagar más del 7% de interés real anual. Se pueden utilizar tasas más altas de interés cuando el sistema tiene alta rentabilidad marginal y solo requiere financiar menos del 30% de la inversión total. En el sistema papaleche se requiere financiar toda la inversión en pasturas y animales, y tasas altas, de 18% anual, solo reducirían los ingresos de los productores haciendo que, pocos de ellos, estuvieran dispuestos a entrar en un sistema sólido de recuperación del capital. Por el otro lado, pocos inversionistas estarían dispuestos a prestar recursos de largo plazo a una tasa del 7%. La tasa actual es de cerca del 18% y el gobierno no tiene capital suficiente para hacer una reducción de tasas efectivas en la economía.

Se requiere capitalizar a cada productor, al menos, en USD 7 600

Los estudios de campo mostraron lo descapitalizado que se encuentra el sector en la microcuenca del río Illangama; en general, se ven tierras subutilizadas con muy poca presencia de animales. Después de los ajustes macroeconómicos los productores no tienen capital para invertir en la agricultura, en especial en los cultivos más intensivos en capital: papa y ganadería de leche. Esto hizo que subieran los precios de papa hasta USD 28 por quintal (un precio 4 veces superior al precio de equilibrio donde los costos de producción son iguales a los ingresos), lo cual podría estar estimulando a muchos productores a sembrar, vendiendo para ello los pocos animales que tiene. Desde nuestra perspectiva, por estar participando en acciones directas

con los productores de la microcuenca, las siembras no se incrementarán, debido posiblemente a los altos costos de producción y las condiciones climáticas variables que se han presentado en los últimos años.

Para poder garantizar que existe el capital necesario para incrementar la productividad se requiere una inversión de USD 2 533 por ha (USD 7 600 por productor promedio) para sembrar una hectárea de papa y dos de pasturas y comprar cinco vacas. Esto implicaría crear nuevos esquemas de garantía pues el valor actual de la tierra no alcanzaría para respaldar la inversión.

3.2.2. Evolución del sistema en tierras de pequeños productores

Con base en los análisis realizados es lógico pensar que los animales necesarios para incrementar la productividad sean producidos en el propio sistema de producción. Sin embargo, se debe estar consientes que este es un proceso que toma varios años dado que los niveles de natalidad son muy bajos (50% anual) y las novillas solo entran al servicio al cabo de 24 meses. Para corroborar la información tecnológica se tomaron los parámetros de los estudios de caracterización de la microcuenca (70% de natalidad y primer servicio a los 24 meses, Barrera *et al.*, 2007) y se ponderaron tomando en cuenta que el 86% de los productores son pequeños y que los parámetros técnicos de los productores medianos y grandes son 75% de natalidad y primer servicio a los 18 meses (Estrada y Paladines, 1998).

Si no se incrementa la tasa de natalidad el sistema crecerá lentamente (de 1 500 a 2 955 vacas en 20 años; dada la mortalidad de terneros, de adultos y tasas de reemplazo) y durante todo este período existiría muy pocos incentivos para fertilizar las pasturas, pues el número de vacas sería inferior al que se podría alimentar (1,4 vacas/ha.) en 2 920 hectáreas de rotación papa-leche que actualmente tienen los pequeños productores. Esto implicaría que la productividad del sistema no se puede aumentar y que los productores mantendrán, durante gran parte de estos años, otros animales (novillos para ceba y ovejas) que utilizarán el forraje pero que serán menos productivos que las vacas de leche.

3.3. IMPACTO DE LAS CONDICIONES MACROECONÓMICAS EN LOS ESCENARIOS ANALIZADOS

Las condiciones macroeconómicas (crecimiento de la población, ingreso per-capita, tasa de cambio, tasa de interés), y las políticas sectoriales (protección interna por incremento de aranceles, reducción de precio de insumos agropecuarios, importación de maquinaria agrícola), son relevantes analizarlos en los resultados obtenidos en los diferentes escenarios analizados. La mayoría de ellos tendrían una mayor incidencia en la producción de papa pero tendría muy poco efecto en la producción de leche. Esto impulsaría a que el sistema papa-leche tenga un mayor tiempo en pasturas logrando períodos de rotación más largos.

3.3.1. Crecimiento de la población

La tasa de crecimiento de la población se ha ido reduciendo sistemáticamente en el Ecuador en los últimos 10 años. Según UNICEF (2006), la tasa de crecimiento de la población se redujo en 1,1% anual (en el año 1970 la tasa fue 2,7% y en el año 2006 la tasa fue de 1,6% anual). Con estas tasas de crecimiento la presión de la demanda sobre la oferta sería muy baja y solo se presentarían grandes cambios por un aumento en los ingresos de la población, especialmente en los estratos más bajos.

3.3.2. Crecimiento de los ingresos

Los ingresos reales de los trabajadores crecieron de USD 109,7 en el año 1996 a USD 170,5 en el año 2007 (BCE, 2008). En el año 2000 el ingreso se había reducido en 15% el ingreso real con respecto a 1996. La única forma de incrementar sustancialmente el consumo de leche es incrementando el ingreso de los estratos más pobres. Existen pocos estudios de elasticidad ingreso de la demanda (0,75 en promedio) pero los datos sugieren que los más pobres tienen una elasticidad ingreso más alta; 0,87 versus 0,51 para los estratos bajos y altos respectivamente (Rivas y Seré, 1985; JSTOR, 2004).

3.3.3. Tasa de cambio

Es difícil hacer un análisis del efecto de la tasa de cambio -entre el dólar y el euro- en el comportamiento del sistema de producción papa-leche. En

los tres últimos años se han presentado grandes variaciones (50% anual; Consumer, 2008) en la tasa de cambio que a su vez ha sido contrarrestado por un crecimiento de similar magnitud en los costos de producción. En este proceso la producción de leche ha permanecido estable ajustando los precios (USD 0,25 a USD 0,28 por litro) para no reducir el consumo de la población. Muestra a su vez que, en lechería, una parte importante de los costos son fijos (valor de la vaca y de la pastura) y en el corto plazo puede seguir funcionando con pocos ajustes en la producción. Este ajuste en los precios se debe sustancialmente a que la leche fluida es difícil de exportar a los países vecinos y entrar en un proceso de producción de leche en polvo significaría precios al productor de USD 0,24 por litro, valor inferior al que se está vendiendo en el mercado interno (Figura 3).

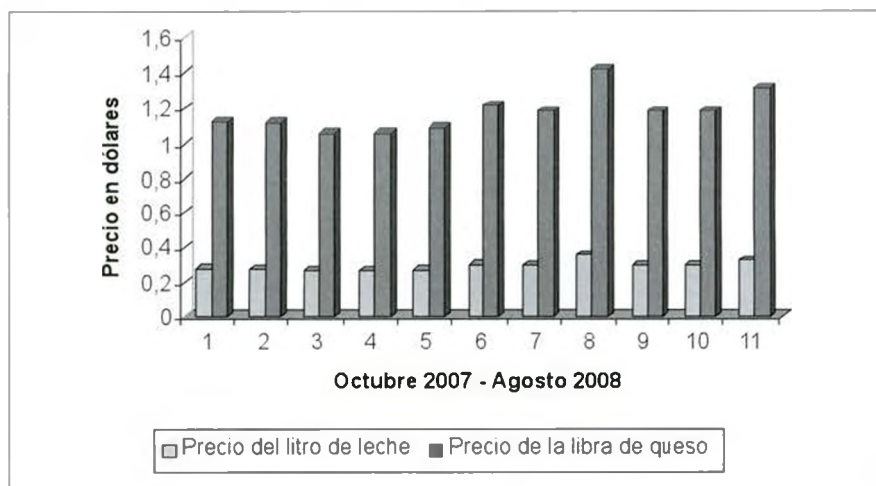


Figura 3. Precios de leche y quesos a nivel de productor en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

3.3.4. Políticas sectoriales

No se ve claro que políticamente se puedan implementar acciones sectoriales que favorezcan al sistema papa-leche. En el pasado las políticas orientadas al crecimiento de otros sectores (importación de tractores para la costa, con tasas bajas de interés), de la producción agropecuaria (maíz, palma africana, arroz, banano) fueron los que tuvieron más efecto en la

producción de leche que comenzó a utilizar subproductos de las agroindustrias que se montaron con base en estos productos. Los niveles de uso de concentrado se incrementaron, entre 1980 y 1996 (Estrada y Paladines, 1998), en todas las categorías animales (vacas: 51 a 506 kg/año, vaconas: 7 a 167 kg/año, terneras: 2 a 154 kg/año) aumentando la producción total y en especial la leche que se destinaba al mercado, pues existió una sustitución efectiva de concentrado por leche en la crianza de terneras.

3.4. IMPACTO DEL SISTEMA PAPA-LECHE EN EL AMBIENTE

En nuestro criterio, el sistema papa-leche es uno de los más estables y con grandes ventajas ecológicas por el control de plagas y enfermedades y recuperación de la fertilidad de los suelos a través de la asociación de gramíneas y leguminosas. Sin embargo, existe una gran discusión sobre el impacto que ha tenido la ganadería en el ambiente, sin comprobar técnica y científicamente sus efectos negativos.

Entre 1970 y 1990 De Janvry y Glikman (1991), fueron muy críticos con el sistema de producción de leche pues este ha ocupado las mejores tierras planas haciendo que los productores se desplacen a las laderas, con pisos ecológicos más altos, de menor producción por menor temperatura, altas pendientes y gran fragilidad ecológica. Según estos investigadores, la falta de tradición en agricultura de montaña ha generado procesos erosivos de gran magnitud, a pesar que existe toda la tecnología necesaria para implementar prácticas de manejo adecuado.

En la época actual las principales preocupaciones están relacionadas con la utilización de los páramos por el sistema papa-leche. Los análisis micro muestran una gran complementariedad de la producción ganadera en los páramos con la existente en los pisos más bajos. Económicamente, la utilización de los páramos es una buena alternativa para el productor y la mayoría de los productores de la microcuenca del río Illangama están interesados en obtener recursos para ampliar su producción a los páramos. Como se mencionó anteriormente la falta de ganado y capital son los principales factores que frenan la utilización masiva del ecosistema de páramo.

Según los análisis realizados, no se justificaría socialmente a nivel de la microcuenca y del país, utilizar los páramos y la mejor opción sería intensi-

ficar la producción de papa y leche en los actuales sistemas de producción. Sin embargo, la situación puede modificarse sustancialmente a nivel micro. La rentabilidad del sistema estimulará a muchos productores a utilizar los páramos como mecanismo para complementar la producción pecuaria en los terrenos bajos.

En el caso de Ecuador, se debería proponer leyes que prohíban la utilización de terrenos por encima de los 3 000 msnm., pero con una compensación a los productores por la producción y/o modificación del flujo del caudal de agua; caso contrario, el sistema será difícil de controlar, especialmente en aquellas áreas donde la externalidad ambiental tiene muy poco valor por la poca utilización del recurso generado. Esto implica un análisis específico para la microcuenca priorizando las áreas con más potencial de degradación donde el páramo resulte efectivamente en la mejor opción de utilización en el corto y mediano plazo.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis establecido en el estudio muestra que a pesar de la gran influencia que tienen los precios de la papa y la tasa de interés en la rentabilidad del sistema papa-leche, el verdadero limitante es la baja disponibilidad de animales para poder utilizar el potencial de la pastura. Esto es totalmente cierto, cuando se observa el poco crecimiento y/o disminución de áreas sembradas en cultivos tradicionales en la Sierra -cebada, trigo, maíz, papa- y el crecimiento de la frontera agrícola ha estimulado la producción de pasturas a un ritmo mayor que el lento crecimiento del hato, creando una situación donde la disponibilidad de ganado es el principal limitante para aprovechar las tecnologías que incrementan sustancialmente la carga animal.

Está claro que las fluctuaciones en los precios de la papa y en los ingresos de los productores seguirán, pues ellos responderán a los precios de corto plazo creando un círculo vicioso que incrementa la producción de papa y reduce los precios al productor. A pesar que esta situación parece poco apropiada el sistema papa-leche es la mejor opción que tienen los productores de la microcuenca, debido a que los productores disponen de los medios de producción necesarios y emplean la mano de obra familiar,

lo cual permitirá que el sistema persista. La tecnología tiene pocas opciones para corregir esta situación, pues está diseñada para actuar en los casos en que la tierra y la mano de obra son recursos escasos.

Los trabajos a nivel de campo muestran el gran potencial de corto y mediano plazo que tendrían los páramos para la rotación papa-leche, pero esta no se puede implementar por la falta de animales y el mercado restringido de la papa. Si estos dos factores fueran favorables la utilización de los páramos sería un proceso incontrolable dado las ganancias económicas que se obtendrían en el corto plazo. Los productores de la microcuenca tienen tierras en el páramo y solo están esperando que existan préstamos para ganado para implementar sus programas. Bajo estas circunstancias, lo más indicado es utilizar estratégicamente los préstamos para ganadería dando prioridad a los productores y comunidades que se comprometan a intensificar la productividad del sistema en los lotes actuales y a mantener los páramos sin utilizarlos en la producción. Esta externalidad ambiental sería uno de los pocos mecanismos que aceptarían los gobiernos para apoyar, en forma selectiva, a los pequeños productores.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2008. *Estadísticas Económicas y Mercados Financieros*. Consultado en Internet. <http://www.bce.fin.ec/contenido.php> (julio, 2008).
- Barrera, V.; Alwang, J. y Cruz, E. 2010. *Análisis de la Viabilidad Socio-Económica y Ambiental del Sistema de Producción Papa-Leche en la Microcuenca del Río Illangama-Ecuador*. Revista Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). En impresión.
- 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. 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.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F. 2004^a. *Manejo del Sistema de Producción "Papa-Leche" en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas*. Editorial AB-YA-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.; León-Velarde, C. y Grijalva, J. 2004^b. *Mejoramiento de los sistemas de producción de leche en la ecorregión andina del Ecuador*. In. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2004. 12(2): 43-51.
- Barrera, V.; Escudero, L.; Norton, G. y Alwang, W. 2004^c. *Encontrando salidas para reducir los costos y la exposición a plaguicidas en los productores de papa: Experiencias de la intervención en la provincia del Carchi, Ecuador*. Editorial GRAFFIER. Boletín Divulgativo No. 301. INIAP-IPMCRSP-FAO-CROPLIFE. Quito, Ecuador. 122 pp.
- Barrera, V.; Monar, C.; Grijalva, J.; Rea, A. y Rueda, G. 2001. *Caracterización y tipificación de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganadería en el Alto Guanujo del cantón Guaranda, provincia de Bolívar, Ecuador*. Documento de Trabajo. INIAP-CIP-PROMSA. Quito, Ecuador. 65 pp.
- CONSUMER. 2007. Perspectivas del dólar en relación al euro y al yen. Consultado en Internet www.consumer.es/web/es/economiadomestica (agosto, 2008).
- De Janvry, A. y Glikman, P. 1991. *Encadenamientos de la producción en la economía campesina en el Ecuador*. FIDA e IICA. Estrategia para mitigar la pobreza en América Latina y el Caribe. 529 pp.
- Estrada, R. y Paladines, O. 1998. *El impacto de las políticas en el desarrollo lechero de los andes. El caso de la sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador. 9 pp.
- ISTOR. 2004. *Programa de Empleo para la Agricultura del Ecuador*. Revista de ciencias sociales No. 175. Instituto de Desarrollo Económico y Social.
- León-Velarde, C. y Barrera, V. 2003. *Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador*. Editorial Tecnigrava. Boletín Técnico No. 95. INIAP-CIP-PROMSA-SLP. Quito, Ecuador. 187 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 2004. *Ecuador: Salario Mínimo Vital y Población*. Proyecto SICA/MAG. Consultado en Internet <http://www.sica.gov.ec/agro/macro/poblacionSalario/salario.htm> (julio, 2008).
- Rivas, L. y Seré, C. 1985. *Situación y perspectivas de la producción lechera en el mundo y en América Latina*. En producción lechera en la sierra ecuatoriana. Hernán Caballero y Thelmo Hervas editores. MAG, IICA. Quito, Ecuador. pp. 1-27.
- UNICEF. 2006. *Indicadores básicos del Ecuador*. Consultado en Internet <http://www.unicef.org/spanish/infobycountry/ecuador.html> (agosto, 2008).

Análisis de la cadena de valor de la leche y sus derivados en la microcuenca del río Illangama

RESUMEN

El estudio se orientó a definir y caracterizar los eslabones de la cadena de valor de la leche y el queso en la microcuenca del río Illangama, porque se considera que algunos aspectos de la cadena influyen sobre las decisiones de las familias productoras, para la inversión y adopción de tecnologías amigables con el ambiente que beneficien a la producción. Con este propósito, el estudio planteó caracterizar la cadena de valor de la leche y el queso, definir el análisis funcional de la cadena y recomendar alternativas de mejoramiento que optimicen la cadena de valor. Para la compilación de la información se realizaron entrevistas semi-estructuradas dirigidas a los productores, intermediarios, vendedores de insumos agropecuarios y productos veterinarios y a los consumidores finales. Se desarrollaron estudios de caso a nivel de los productores para caracterizar la función técnica de producción de leche y el queso. Los resultados de este estudio identifican dos grupos de productores de leche, pero el procesamiento artesanal del queso es similar para los dos grupos. Los productores del segundo grupo se caracterizan por acceder y usar mayor cantidad de innovaciones tecnológicas en la producción de leche y no dependen de ingresos económicos por actividades fuera de la finca, a diferencia de los productores que forman parte del primer grupo, que son esencialmente pequeños productores. Se observaron dos formas de comercialización del queso, pero en ambos casos no se genera un excedente del consumidor que incentive al consumidor final a cambiar su decisión de compra y consumo del queso producido en esta zona.

Palabras claves: análisis de entradas y salidas; caracterización de productores; costos de transacción; excedentes del consumidor; funciones técnicas.

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción de leche asciende a 4 079 452 l/día, producto del ordeño de 927 148 vacas. Estas cifras equivalen a una producción de 1606 l/vaca/año, que es inferior al promedio de producción en la sierra ecuatoriana que asciende a 2 000 l/vaca/año (AGSO, 2008). De la leche total producida, el 35% se destina para la venta, el 31% para la industria de lácteos, el 20% para la alimentación de terneros y finalmente, el 14% para alimentación humana (AGSO, 2008). El consumo *per-cápita* en el país, fluctúa entre 107 y 110 litros de leche por habitante, que supera al promedio mundial (90 l/habitante) (FAO, 2006). Por otro lado, los costos de producción de la leche a nivel nacional se diferencian según la estructura productiva y fluctúan entre USD 0,18 y USD 0,34 por litro de leche; mientras que el precio de venta promedio a nivel de finca está en USD 0,27 el litro (AGSO, 2008).

En la microcuenca del río Illangama, en el año 2006, la producción diaria de leche alcanzó los 9 628 litros, destinándose el 71% para la producción artesanal de quesos, el 16% para la alimentación animal, el 12% para consumo familiar y solo el 1% para la venta de leche fresca. La producción de queso fue de 745 kilos por día, de los cuales el 86% se vendió a nivel de finca a intermediarios que lo comercializan en las ciudades de Babahoyo, Guayas y Ambato, principalmente; el 14% restante se comercializó de forma directa en los mercados locales (Barrera *et al.*, 2007).

En esta microcuenca, si bien se dispone de información de base sobre los sistemas de producción agrícola, relacionada con las actividades que allí se realizan, los medios y recursos con que cuenta, las cantidades y características de las personas que en él viven o trabajan, las propiedades del suelo, etc. (Barrera *et al.*, 2007), no se ha establecido la estructura y funcionamiento de la cadena de valor y sus derivados existentes.

El análisis de la estructura y funcionamiento de las cadenas de valor, se centra en entender los eslabones de la cadena de valor y definir algunas relaciones y flujos importantes de los productos entre sistemas – actores, tomando en cuenta la unidad donde se producen esos productos, el mercado y los consumidores, además de la calidad. El enfoque de cadena de valor (Gómez *et al.*, 1998), tiene gran utilidad para organizar el análisis y aumen-

tar la comprensión de los macro procesos complejos de la producción, para examinar el desempeño de estos sistemas, determinar cuellos de botella en el desempeño de los procesos, analizar las oportunidades no exploradas y caracterizar los procesos productivos, tecnológicos y de gestión. Las cadenas de valor son consideradas como sistemas que se componen de un conjunto de funciones técnicas, productivas y de comercialización (Hart, 2000; León-Velarde *et al.*, 2008).

El estudio de las cadenas de mercados de los productos es relevante, ya que estas afectan potencialmente a las decisiones de los productores de invertir en los procesos productivos y adoptar tecnología de manejo de sistemas de producción agropecuaria (Grijalva, 2005).

El objetivo general de este estudio es analizar la cadena de valor de la leche y sus derivados, en la microcuenca del río Illangama, para entender las decisiones de los productores de invertir en ganadería y adoptar tecnología de manejo de sistemas agro-silvo-pastoriles y producción animal, a través de caracterizar a los productores de leche presentes en la microcuenca, analizar las funciones técnicas de la cadena de valor de la leche y sus derivados e identificar alternativas de mejoramiento que optimicen la cadena de valor de la leche y sus derivados.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación consideró dos pasos secuenciales en la caracterización de la cadena de valor de la leche y sus derivados: uno descriptivo y otro analítico. En la caracterización de la cadena productiva de la leche y del procesamiento del queso se realizaron análisis de entradas “*inputs*” y salidas “*outputs*” para sistematizar la información recopilada sobre cada función técnica (de producción y de comercialización) y dentro de ellas, de cada eslabón (Salazar, 2004). Mediante este tipo de análisis se identificaron y cuantificaron, en cada sub etapa, los insumos, los equipos y la infraestructura, las normativas que rigen o reglamentan el proceso, los productos, subproductos y los pasivos ambientales generados dentro de las sub etapas.

2.1. MÉTODO PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

En este estudio se utilizó el Método Inductivo, mediante el cual, a partir de la información de primera mano compilada a través de entrevistas semi estructuradas, estudios de caso, encuestas y observación dirigida (Angrosino y Mays, 2000), con base a muestras de cada función técnica, analiza las tendencias de los resultados y permite generalizar para la población.

La técnica de muestreo fue aleatoria (Di Rienzo *et al.*, 2001) y se levantaron 119 encuestas dirigidas a los productores del sistema productivo papaleche. A nivel de proveedores de insumos se realizaron 13 entrevistas y tres a nivel de los intermediarios que comercializan en la zona. Para triangular la información de la función técnica productiva de la leche y la producción artesanal de queso, se desarrollaron ocho estudios de caso.

2.2. VARIABLES E INDICADORES

En el análisis de la cadena de valor de la leche y sus derivados, se plantearon estudiar básicamente tres variables, la función técnica de abastecimiento de insumos, equipos y servicios para la producción (19 indicadores); la función técnica de producción (20 indicadores) y la función técnica de comercialización (49 indicadores), los mismos que se podrán observar en los Cuadros que se muestran en los resultados.

2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se generaron bases de datos multivariadas con indicadores cualitativos y cuantitativos. Los indicadores cuantitativos fueron sometidos a Análisis de Conglomerados -utilizando el método de Ward (Ward, 1963), medido con el intervalo de la Distancia Euclidiana (Everitt, 1993, Aldenderfer y Blashfield, 1984) como un análisis exploratorio para visualizar la posible conformación de grupos. La estratificación se confirmó a través de análisis de varianza univariados utilizando una prueba de "t" de Student, donde la clasificación de grupos se empleó como tratamientos. Para el análisis funcional se aplicó la Diferencia Mínima Significativa como prueba de significación. También se utilizó el Análisis Discriminante para identificar aquellos indicadores que explican la mayor variabilidad en la conformación de los

grupos y el análisis de Correspondencias Simples entre el acceso a tecnología productiva y el grupo de productores, para visualizar quiénes disponen de mayor tecnología para la producción (Cruz, 2007). Estos análisis en su conjunto se utilizaron para el análisis de la función técnica de producción.

Con la información cualitativa se realizaron análisis de Contingencia y Pruebas χ^2 (Di Rienzo *et al.*, 2001) para comprobar hipótesis planteadas sobre la relación entre pares de indicadores seleccionados. Este tipo de análisis se lo empleó fundamentalmente en la función técnica de abastecimiento de insumos, equipos y servicios para la producción. Para el análisis de las funciones técnicas de producción y comercialización se aplicó un análisis de entradas “*inputs*” y salidas “*outputs*” (Salazar, 2004), para caracterizar cada uno de los eslabones en función de los insumos requeridos, los equipos e infraestructuras necesarias, las normas de calidad que se aplican y la cuantificación y caracterización de los productos y pasivos ambientales generados en cada proceso.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS VENDEDORES DE INSUMOS AGROPECUARIOS

3.1.1. Nivel profesional de los propietarios de almacenes de insumos agropecuarios

Los resultados del análisis de contingencia señalan que existe dependencia entre el cantón donde se ubican los emporios agropecuarios y el nivel profesional de los expendedores (Prueba χ^2 $p=0,0001$). De esta manera se evidenció que, en el cantón de Guaranda, los vendedores son personas que cuentan con estudios hasta cuarto año de universidad o son profesionales de carreras afines con el ámbito agropecuario. Así por ejemplo, se trata de estudiantes y profesionales en las ramas de veterinaria, ingeniería y tecnología agrícola. Esto de cierta forma genera cierta tranquilidad en los compradores en cuanto a los productos que les recomiendan para el manejo productivo.

En la ciudad de Riobamba, los expendedores de agroquímicos profesionalmente son ingenieros agrónomos, mecánicos y empleados del sector

público. Este aspecto se constituye en una desventaja para los productores, quienes señalan que en Riobamba el costo de las “recetas” es más caro porque les envían varios productos para el mismo problema.

3.1.2. Tipo de representación de los almacenes para la comercialización de los insumos agropecuarios

El análisis de la información señala que existe dependencia entre el tipo de representación comercial y el cantón donde se ubica. En la ciudad de Guaranda, la mayoría de emporios son minoristas, que ligado a lo anterior podría significar que los profesionales en las ramas agropecuarias tienen poca oferta laboral por lo cual, invierten pequeños capitales para iniciar su negocio en la venta de agroquímicos (Prueba χ^2 , $p=0,0375$). En la ciudad de Riobamba ocurre algo similar en cuanto al establecimiento de pequeños emporios, pero quienes dirigen los negocios no son necesariamente personas afines al ámbito agropecuario.

3.1.3. Insumos agropecuarios de mayor comercialización

Por el flujo comercial que existe en la ciudad de Riobamba, los almacenes comerciales de agroquímicos disponen de líneas completas para la producción tanto agrícola como pecuaria. De la información recabada, los comercios agrícolas y pecuarios ofrecen insumos y equipos para la producción, a diferencia de la ciudad de Guaranda donde existen locales comerciales en los que solo se ofrecen insumos agrícolas y pecuarios pero no equipos. Esta puede ser la razón por la cual muchos de los productores de la provincia de Bolívar viajan a Riobamba a abastecerse de insumos y equipos para la producción agropecuaria. De esta forma, en Riobamba, los negocios de insumos agropecuarios son una actividad atractiva para invertir, de manera que personas sin el conocimiento técnico para administrar y asesorar han incursionado en esta línea.

Dentro de la producción pecuaria, los productos de mayor demanda en el cantón Guaranda son: alimentos para el ganado, vitaminas, sales minerales y vacunas (35,28%) y antiparasitarios (22,05%). En el cantón Riobamba, los productos más comercializados son de igual manera: alimentos para el ganado, vitaminas, sales minerales y vacunas (11,76%). Productos como

antibióticos y analgésicos, por ser requeridos con mayor urgencia, son adquiridos en los emporios más cercanos (emporios del cantón Guaranda).

La enfermedad más frecuente en ganado, por la que más acuden los productores a los comercios agropecuarios, es la mastitis y para esta enfermedad existe diferencia en cuanto a los productos recomendados entre los cantones de Guaranda y Riobamba. En el cantón Guaranda se encontró mayor diversificación de productos para controlar esta enfermedad. En Riobamba, las recomendaciones se reducen a tres productos. En cuanto a la fiebre aftosa, realmente los casos reportados por los comerciantes son bajos. Esto puede ser consecuencia directa de las campañas de vacunación constantes realizadas por el Gobierno Provincial de Bolívar.

Por otra parte, con relación a la oferta de semillas que ofrecen los almacenes que las comercializan, en los dos cantones, se señala que los insumos más requeridos son: en gramíneas, pasto azul (*Dactylis glomerata*), rye grass anual (*Lolium multiflorum* var. nacional Pichincha y extranjero Magnum), rye grass perenne (*Lolium perenne* var. extranjero Boxer) y en las leguminosas son la vicia (*Vicia faba*), alfalfa (*Medicago sativa* var. Sw 8718 y Super 450), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*). Para el establecimiento y mantenimiento, los fertilizantes más recomendados en los comercios del cantón Guaranda son Fertiforraje (21-12-15-3-4 de N, P₂O₅, K₂O, Mg y S) y úrea ó úrea más 15-15-15 de N, P₂O₅, K₂O más 8-20-20 de N, P₂O₅, K₂O y más 18-46-00 de N, P₂O₅, K₂O. En los almacenes del cantón Riobamba los más recomendados son Fertiforraje en mezcla con amonio y úrea ó Fertiforraje con Magnasamón, amonio y úrea ó Fertiforraje, amonio, úrea y 18-46-00 de N, P₂O₅, K₂O.

3.1.4. Participación de los comerciantes de insumos agropecuarios en eventos de capacitación

A través del análisis de contingencia de la participación en eventos de capacitación se evidenció que los vendedores de insumos del cantón Guaranda, participan en mayor proporción en eventos de distintos temas relacionados con el ámbito agropecuario y la comercialización. La participación de los vendedores en el cantón Riobamba es muy limitada y restringida a la alimentación animal y controles fitosanitarios en papa.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA FUNCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE

3.2.1. Tipificación de los productores de leche

Mediante el análisis de conglomerados se identificaron dos grupos de productores de leche dentro de la microcuenca del río Illangama. Hay que considerar que esta clasificación es una primera aproximación y la diferenciación de los grupos se comprobó a partir de los análisis de varianza de 12 indicadores cuantitativos (Cuadro 1).

Cuadro 1.
Promedios de los indicadores cuantitativos utilizados para la conformación
de grupos de productores de leche en la microcuenca del río Illangama.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Indicadores	Promedios		P
	Grupo I	Grupo II	
Edad del jefe de familia	41,69 b	51,17 a	0,0068
Superficie total de la finca (ha)	2,69 b	8,21 a	0,0001
Superficie total pasto mejorado (ha)	0,66 b	3,78 a	0,0001
Número total de bovinos	6,85 b	13,33 a	0,0001
Número total de vacas en producción	2,41 b	4,83 a	0,0001
Producción de leche (kg/año)	5 411,91 b	11 720,56 a	0,0001
Producción de queso (kg/año)	439,44 b	912,22 a	0,0001
Ingresos brutos por ganadería de leche (USD/año)	659,17 b	1 368,33 a	0,0001
Ingresos brutos por familia (USD/año)	2 812,18 b	7 061,33 a	0,0001
Ingresos por actividades agrícolas fuera de la finca (USD/año)	79,75 b	0,00 a	0,1041
Ingresos por actividades como salarios (USD/año)	428,40 b	863,33 a	0,0150
Valor de medios de producción (USD)	59,01 b	658,50 a	0,0034

Fuente: Célleri, 2009.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,15$); p = probabilidad

De los 12 indicadores aquellos que explican la mayor variabilidad en la conformación de los grupos son, la producción de queso en kg al año e ingresos brutos por ganadería de leche en dólares al año (resultado del análisis discriminante) (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Análisis discriminante de las variables estandarizadas con las varianzas comunes para la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Variables	Pesos
Edad del jefe de familia	-0,15
Superficie total de la finca (ha)	0,32
Superficie total de pasto mejorado (ha)	0,66
Número total de bovinos	0,02
Número total de vacas en producción	0,68
Producción de leche (kg/año)	-0,41
Producción de queso (kg/año)	10,37
Ingresos brutos por ganadería de leche (USD/año)	-9,94
Ingresos brutos por familia (USD/año)	0,17
Ingresos por actividades agrícolas fuera de la finca (USD/año)	0,52
Ingresos por actividades como salarios (USD/año)	0,36

Fuente: Cèlleri, 2009.

Para complementar el análisis de la información sobre los productores de leche, se consideró además el acceso y uso de tecnología para la producción. En el biplot (Figura 1), se observa que los productores del grupo 1 están más asociados con un bajo acceso y uso de tecnología productiva (entre 0,20 y 0,40); a diferencia de los productores del grupo 2 que señalan aplicar mayor número de prácticas tecnológicas para mejorar la producción lechera (valores entre 0,60 y 0,80). Las prácticas tecnológicas más señaladas por los productores de leche son: el uso de pastos mejorados, la aplicación de fertilizantes químicos en la producción de pasto, la frecuencia de pastoreo en los pastos mejorados y la renovación de pasturas.

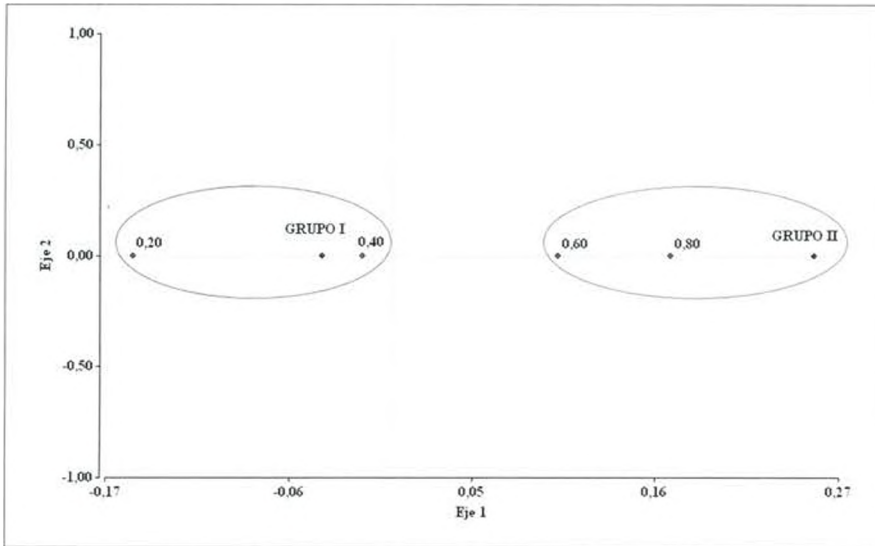


Figura 1. Biplot para el análisis de correspondencias simples en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo, 2009.

La caracterización de la función técnica de la producción de leche, a través del análisis de entradas y salidas de cada proceso productivo, se muestran en las Figuras 2 y 3. Los productores del grupo 1, tienen mayor dependencia del uso de suplementos alimenticios, especialmente en la época seca donde disminuye la disponibilidad de pasto para la alimentación del ganado. La producción de leche se basa en la alimentación del ganado, mediante pastos naturalizados de baja calidad alimenticia. Poseen pequeñas áreas donde han introducido pastos mejorados y señalan que el ganado las prefiere, pero que no disponen de recursos económicos para extender su cultivo. Los productores del grupo 2 cuentan con mayor superficie de pastos mejorados y señalan que es suficiente la cantidad para cubrir la necesidad alimenticia de su ganado aún en la época seca, por esta razón, no utilizan suplementos alimenticios.

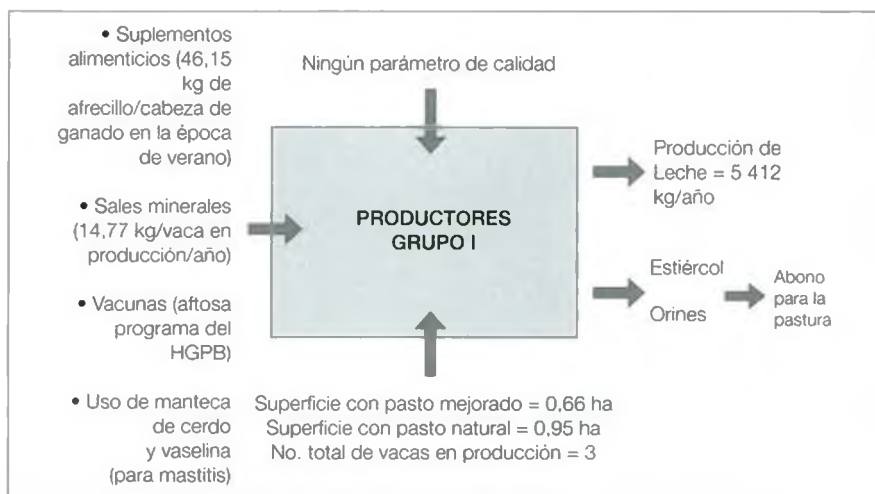


Figura 2. Caracterización de la función técnica de producción de leche del Grupo 1 en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

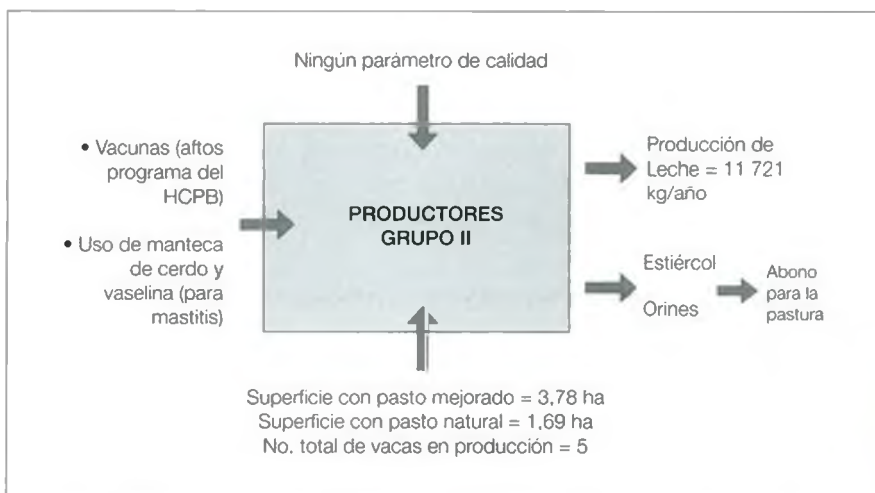


Figura 3. Caracterización de la función técnica de producción de leche del Grupo 2 en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

En cuanto a la producción artesanal de queso, los dos grupos comparten iguales procedimientos para la producción (Figuras 4 y 5).

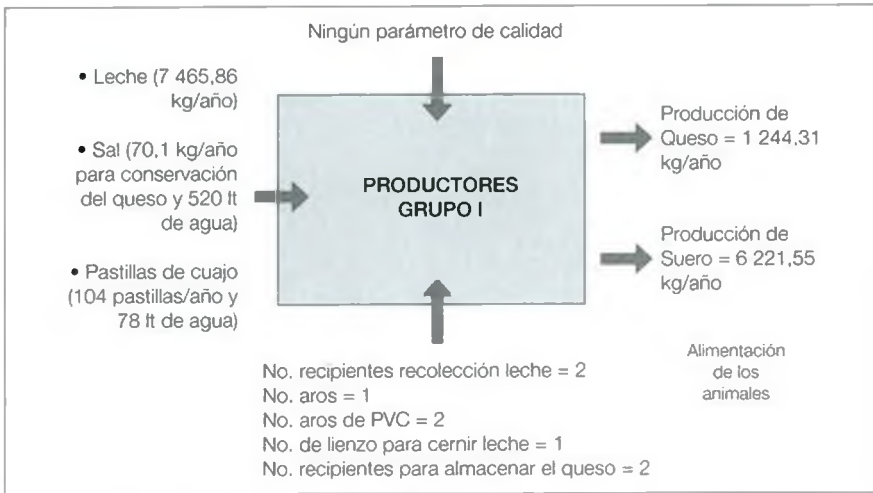


Figura 4. Caracterización de la función técnica de producción de queso del Grupo 1 en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

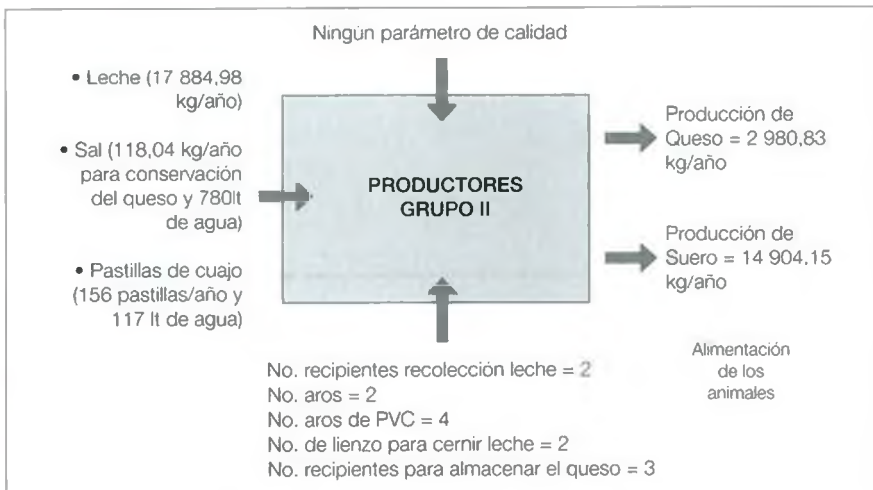


Figura 5. Caracterización de la función técnica de producción de queso del Grupo 2 en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Dentro de este proceso no se contemplan normas de calidad e higiene. La producción de queso se la realiza inmediatamente después del ordeño, es decir, se la desarrolla en campo. La producción de queso es una actividad

ejecutada por mujeres, quienes se encargan del manejo del ganado diariamente y llevan consigo los materiales necesarios para procesar el queso en el campo. Los principales insumos que trasladan son los aros (uno metálico y otro de PVC con perforaciones), una botella plástica que contiene el fermento en solución líquida, una frazada para cobijar el tanque de fermentación y un lienzo para cernir la leche. El procesamiento del queso se inicia inmediatamente luego del ordeño y la leche es cernida y colectada en un balde plástico. Ordeñadas todas las vacas en producción, a la leche cernida se le añade el cuajo, se tapa el recipiente y se lo cobija con la frazada. Durante el tiempo que dura el proceso fermentativo, las mujeres se encargan de la rotación de los animales en las pasturas y la dotación de agua. Transcurridos aproximadamente de 20 a 30 minutos, las mujeres se dirigen al tanque, observan el estado de la fermentación e inician el proceso de prensado. Esta actividad se realiza de forma manual y el quesillo es acumulado dentro del aro de PVC introducido en el aro de metal. Acumulado todo el queso se continúa el prensado para drenar el suero. El queso procesado de esta forma, se traslada a las casas donde se procede a cortar y posteriormente a conservarlos en una solución de agua salada. A nivel de los dos grupos, la relación de transformación de leche y queso es de 6:1, es decir que se requieren 6 kg de leche para producir 1 kg de queso. El suero obtenido del prensado se destina a la alimentación del ganado.

En cuanto a la comercialización, uno de los principales inconvenientes es la dispersión de los productores y la baja producción artesanal de queso, en especial a nivel de los productores del grupo 1 (2,27 kg/día). Por esta razón, ellos comercializan su queso directamente en los mercados, por que señalan que los intermediarios demandan mayores cantidades, por lo cual no se justifica ir a sus fincas a comprar. Esto les otorga una ventaja en cuanto al precio de comercialización de su producto, como se puede observar en la Figura 6.

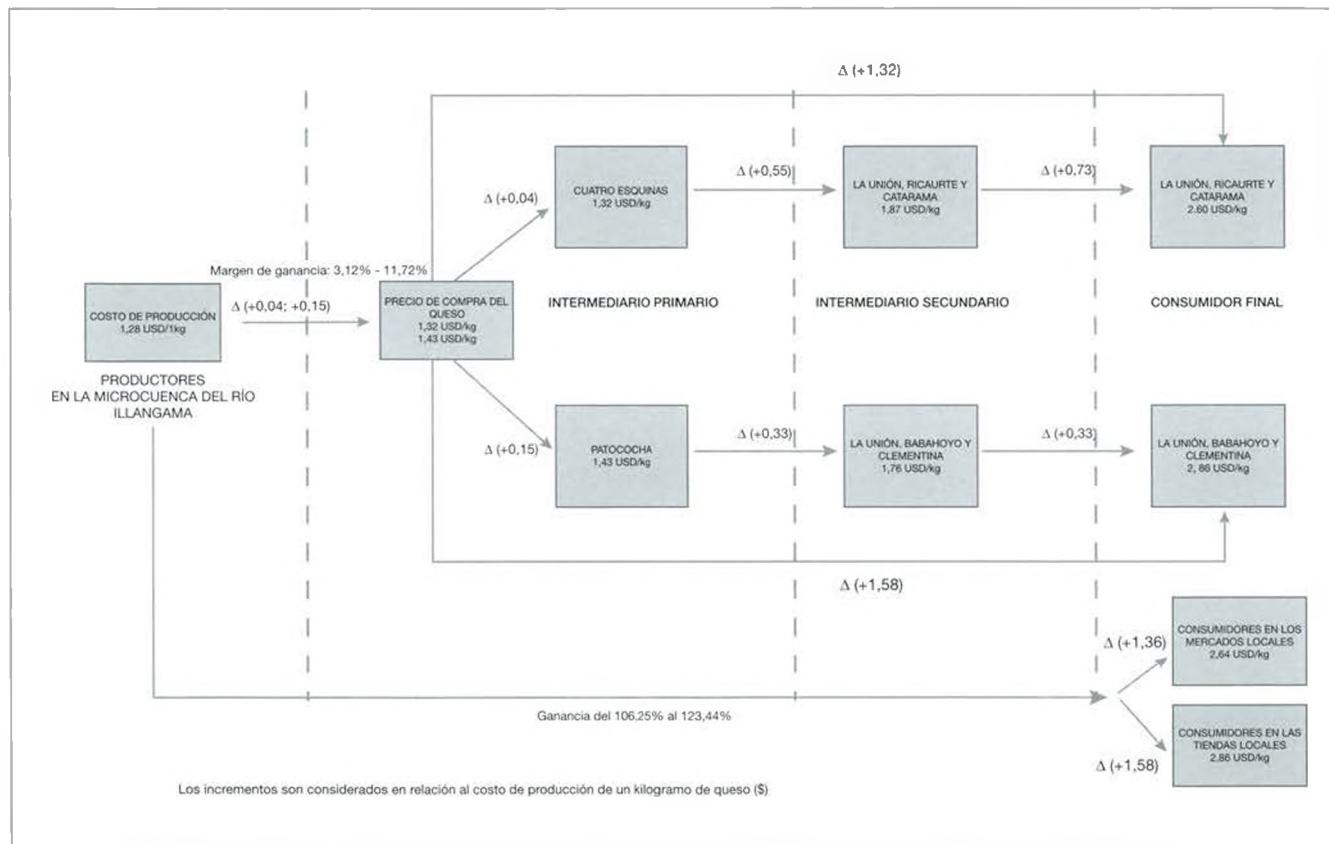


Figura 6. Cadena de valor del queso en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

A nivel de intermediarios, el precio oscila entre USD 1,32 y USD 1,43 el kilogramo de queso, mientras que al consumidor final, el costo del queso está alrededor de USD 2,60 a USD 2,86 el kilogramo. Debido a los precios que pueden alcanzar vendiendo directamente, los productores del grupo 1 almacenan el queso durante toda la semana y los días que van al mercado a abastecerse de víveres, aprovechan para venderlo. El costo de producción de un kilogramo de queso corresponde a USD 1,28. Esto implica que entre el precio de venta en la finca y el precio que paga el consumidor final, el valor de queso se incrementa entre el 96,97% y 100%.

El estudio proporciona los elementos para establecer una propuesta que tendría como finalidad el asegurar la competitividad de la leche y el queso en el ámbito local y regional, con presencia formal en éstos y con capacidad para atender la demanda interna para la seguridad alimentaria y la demanda de nuevos mercados regionales. El objetivo general que se tendría que alcanzar sería el articular eficientemente la cadena de valor de la leche y quesos, en sus eslabones más importantes que son: producción y mercadeo, mediante una relación sostenible entre los actores de la cadena de la leche y quesos. Los objetivos específicos por lograr serían: a) mejorar los procesos productivos de la leche y su transformación a queso, b) impulsar la generación de valor agregado a través de la implementación de una microempresa, y c) promover la creación de nuevos mercados, con la participación de la empresa privada.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Los productores de leche de la microcuenca del río Illangama se abastecen de productos e insumos en los cantones Guaranda de la provincia de Bolívar y Riobamba de la provincia de Chimborazo. Los locales de venta de Guaranda disponen de profesionales del sector agropecuario que guían de una manera adecuada a la compra de los productos e insumos a utilizar en la producción de leche, lo que no sucede en los locales de venta de Riobamba. Sin embargo, en Riobamba, los locales disponen de una mayor variedad de productos e insumos.

- En la microcuenca del río Illangama se definieron dos grupos de productores de leche; los productores del grupo 1 que están menos tecnificados, por lo cual, demandan de programas de asistencia técnica y capacitación productiva, a diferencia de los productores del grupo 2 que tiene más acceso a tecnología, pero requieren de igual manera de asistencia técnica para la implementación de nuevas alternativas tecnológicas amigables con el ambiente y orientadas a mejorar los niveles de productividad.
- El bajo acceso de los productores a tecnologías ganaderas más eficientes, hace que sus ingresos económicos sean bajos; este aspecto motiva a la expansión agrícola hacia sitios cada vez más frágiles y menos aptos para la producción agropecuaria como el ecosistema páramo que se va degradando rápidamente y provoca además pérdida de la biodiversidad existente.
- En la microcuenca del río Illangama los productores que disponen de baja tecnología procesan 1 244 kg de queso por año, mientras que los productores que disponen un cierto grado de tecnología procesan 2 980 kg de queso por año. El proceso de producción de quesos es artesanal y es similar a lo largo de la microcuenca. Dentro de la zona de estudio no existe la presencia de agroindustrias que permitan otorgar un valor agregado a la leche y mejorar la calidad del proceso productivo del queso.
- Existen dos formas de comercialización del queso. La primera, en la cual participan los productores más grandes, que generan mayores volúmenes de queso semanalmente y comercializan su producto a través de intermediarios. La segunda forma corresponde en especial, a la comercialización directa por parte de los productores que generan bajos volúmenes de queso a la semana. Debido a estos bajos volúmenes no son atractivos para los intermediarios, por lo cual, han generado su propia estrategia de venta, almacenan el queso y lo venden directamente en el mercado de Guaranda a los consumidores finales los días de feria, obteniendo de esta forma mayores precios y además aprovechan para abastecerse de víveres.

- El precio de comercialización del queso varía considerablemente (123%) desde el costo producción (USD 1,28 por kg) y venta en finca (USD 1,32 a USD 1,43 por kg), hasta la venta al consumidor final (USD 2,86 por kg). Esto se debe principalmente a que existen varios eslabones en la cadena de comercialización (intermediarios primarios-mayoristas y minoristas- y secundarios, mercados y tiendas).
- Cuando el productor comercializa directamente, el precio de venta es igual al precio que comercializa el intermediario secundario. De esta forma se evidencia que no se generan excedentes del consumidor, es decir que el consumidor no tiene ningún beneficio económico directo que le incentive a cambiar su decisión de comprar al productor de forma directa. Sería importante concienciar a los productores que el precio final de venta de un producto, asume una serie de costos (costos de transacción y márgenes de utilidad). Al acortar la cadena de comercialización, se suprimen varios eslabones y varios costos y márgenes de ganancia y eso debería representar un menor costo del producto para el consumidor final. Esto, por ejemplo, no es el caso de la comercialización directa del queso producido en la microcuenca del río Illangama.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe promover y fomentar una asociación de productores de leche y sus derivados, a través de la cual puedan tener acceso a créditos, insumos y servicios que les provea ventajas comparativas en relación a su actuación en forma individual (disminución en los costos de transacción).
- Se debe buscar, a través de la Organización de Segundo Grado COC-DIAG que acoge a todas la comunidades de la microcuenca del Illangama, los recursos necesarios para el financiamiento de un centro de acopio de leche y una agroindustria que procese los quesos en forma tecnificada. Esto permitirá que los productores obtengan mejores beneficios económicos, evitando que los intermediarios sean los que obtengan las mejores ganancias.
- Se debe impulsar la capacitación y asistencia técnica en lo que se refiere a la producción animal de los bovinos, principalmente en la formación

del hato lechero y también en los requerimientos y cuidados nutricionales; también se debe capacitar y dar asistencia técnica en pasturas ya que estas desempeñan un papel importante en la producción de leche y constituyen un alimento económico y de fácil aprovechamiento.

- Sensibilizar a los productores para que implementen sistemas agro-silvopastoriles en lugar de solamente praderas, ya que estos sistemas permiten aprovechar en forma intensiva el suelo y al mismo tiempo su conservación. Los árboles mejoran la fertilidad del suelo por el incremento de materia orgánica y esta a su vez contribuye en el incremento de la productividad de las pasturas y por ende el rendimiento animal; también contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad local.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Aldenderfer, M. y Blashfield, R. 1984. *Cluster Analysis*. Series: Quantitative Applications in the Social Science. Beverly Hills: SAGE University Paper.
- Angrosino, M. y Mays, K. 2000. *Rethinking observation: from method to context*. In Denzin, N. K. and Y. S. Lincoln (eds). *Handbook of qualitative research*. Sage publications. pp. 576 – 606.
- AGSO. 2008. *Noticias destacadas*. Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente. Disponible en internet <http://www.agso.com.ec/> (28 de enero del 2008).
- 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-SANREMCRSP-SENACYT. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.
- 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.
- Céleri, M. 2008. *Análisis de la cadena productiva de la leche y sus derivados en la microcuenca del río Illangama, provincia Bolívar-Ecuador*. Tesis de Grado Ingeniero Agroforestal por la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 68 pp.
- Cruz, E. 2007. *Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el bienestar de los productores ganaderos para la implementación de sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Copán – Honduras*. Tesis para la obtención del título de Magister Scientiae. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 126 pp.
- Di Rienzo, J.; Balzarini, M.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, F.; Díaz, M. y Robledo, C. 2001. *Estadística para las ciencias agropecuarias*. Edición electrónica. Cuarta edición. Córdoba. Argentina. pp. 12 – 13, 16 – 30.

- Ellis, F. 1998. "Household strategies and rural livelihood diversification". *Journal of Development Studies*. 34 (1): 1-38.
- Everitt, B. 1993. *Cluster Analysis*. New York: Edward Arnold A Division of Hodder & Stoughton, Third Edition.
- FAO. 2006. *Perspectivas Alimentarias. Leche y productos lácteos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en Internet <http://www.fao.org/docrep/009/J8126s/J8126s09.htm> (30 de enero del 2008).
- Gómez, A.; Valle, S. y Filho, A. 1998. *Módulo de Capacitación en Prospección Tecnológica de Cadenas Productivas*. EMBRAPA. 137 pp.
- Grijalva, J. 2005. *Expansión de la ganadería bovina en la Amazonía y su impacto sobre la deforestación en el contexto ecuatoriano*. Tesis de doctorado por el Instituto Nacional de Agronomía de París. París, Grignon. 248 pp.
- Hart, R. 2000. *Farming System Research's expanding conceptual framework*. In: M. Collinson (Ed.). *A history of farming systems research*. CABI United Kingdom, pp. 41-51.
- León-Velarde, C.; Quiroz, R.; Valdivia, R.; Reinoso, J. y Holle, M. 2008. *Evolving from farming systems research into a more holistic rural development approach: Experiences in the Andean region*. Working Paper of the International Potato Center, 2008-1, 43 pp.
- Salazar, P. 2004. *Sistemas de gestión de calidad total*. Presentación Power Point. Disponible en Internet www.utc.edu.ec (21 de febrero del 2008).
- Ward, H. 1963. *Hierarchical Grouping to Optimize and Objective Function*. *Journal of the American Statistical Association* 58, 301, 236-244.

Cambios en políticas y su impacto en el nivel de bienestar de los hogares rurales de la subcuenca del río Chimbo

RESUMEN

Combinando el uso de herramientas cuantitativas y cualitativas se evaluaron los posibles cambios generados en el nivel de bienestar de las familias rurales debido a la selección de estrategias de subsistencia (livelihood strategies), utilizando como ejemplo práctico la investigación realizada por Virginia Tech y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el programa “Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala” llevado a cabo en Bolívar, Ecuador. Información primaria que fue utilizada para determinar los medios de subsistencia adoptados por los hogares rurales, entender las decisiones para distribuir activos productivos, la selección de actividades e identificar las diversas fuentes de ingreso a las que acceden. Herramientas de agrupación (Clúster) fueron combinadas para definir las estrategias de los medios de subsistencia utilizados, modelos probabilísticos (multinomial logit) para entender la selección de estrategias de subsistencia y modelos de regresión lineal corregidos para predecir cambios en el bienestar bajo supuestos escenarios de cambio. Este grupo de herramientas es útil para entender los efectos de implementar diversas políticas que incidan en la selección de estrategias de subsistencia y el nivel de bienestar alcanzado por los hogares.

Palabras clave: evaluación de impacto; estrategias de subsistencia; niveles de bienestar; toma de decisiones; recursos naturales.

I. INTRODUCCIÓN

La erradicación de la extrema pobreza representa uno de los mayores retos en el mundo entero. Este objetivo es parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. A pesar de la prioridad por reducir la pobreza en el mundo, este objetivo no se ha alcanzado. La tendencia internacional muestra una reducción proporcional de la gente viviendo en pobreza, sin embargo estos alcances han sido inequitativos a través de las diversas regiones en el mundo. Por ejemplo, en Asia existe una reducción en la tasa de pobreza impresionante debido al rápido crecimiento económico de la región, mientras que en otras regiones como África, América Latina y el Caribe la reducción de la pobreza avanza con pasos aletargados (UN, 2006).

El concepto de pobreza es de carácter multidimensional, lo cual ha permitido que su mitigación se la realice desde diversas áreas y conceptos. Por ejemplo, reduciendo la falta de acceso a servicios básicos, garantizando acceso a empleo, fortaleciendo las relaciones sociales, incrementando la seguridad legal y derechos humanos, asegurando libertad política y mejorando los niveles de ingresos o bienestar. Esta característica ha permitido utilizar diversas estrategias para su mitigación, las cuales requieren ser evaluadas desde diferentes ángulos (World Bank, 2000).

En el caso de Ecuador, un país de ingresos medios bajos (USD 3 270 PIB por persona, BCE, 2007), aproximadamente el 56% de la población rural estaba por debajo de la línea de pobreza en 1995 (World Bank, 2001) y alrededor del 61% de la población no satisface sus necesidades básicas según el más reciente censo poblacional, lo cual refleja el alarmante impacto de la pobreza (INEC, 2001). En el país, mientras que el porcentaje de pobreza ha incrementado rápidamente en áreas urbanas, la mayor incidencia es generalmente encontrada en las áreas rurales (Lanjouw, 1999).

Por su parte, la provincia de Bolívar ubicada en la región Andina ecuatoriana refleja claramente esta realidad. Bolívar tiene una población rural relativamente alta, de la cual 78% carece de necesidades básicas, siendo el porcentaje de pobreza más alto registrado en todo el país (INEC, 2001; Barrera *et al.*, 2007). Esta población, además de enfrentar estos altos índices de pobreza, a diario lucha con los altos niveles de contaminación ambiental de sus cuencas hidrográficas. El manejo de desperdicios sólidos en las ciudades

principales es caótico, estos son arrojados directamente en las fuentes de agua, poniendo en riesgo los recursos naturales y comprometiendo la salud humana. Además, aproximadamente 8 millones de toneladas métricas de sedimentos son generadas anualmente en la principal cuenca hidrográfica (Cuenca del Río Guayas) de la provincia debido a la deforestación, utilización agrícola de tierras frágiles en pendiente, uso de prácticas agrícolas inadecuadas y limitado uso de prácticas de conservación de suelos (Barrera, *et al.* 2007). Estos eventos empeoran cada vez más la situación de los hogares en esta región, los mismos que continúan incrementando la frontera agrícola hacia zonas no aptas de manera inconsciente con el futuro.

Esta destrucción acelerada de los recursos naturales pone en alto riesgo las principales estrategias de subsistencia adoptadas por los hogares. La principal actividad en la zona es la producción agrícola (destinada para el mercado o autoconsumo), la cual es altamente vulnerable debido al desgaste de los recursos naturales, variaciones en el precio e ingresos por sus productos debido al acceso inequitativo a mercados, sobreproducción o escasez durante ciertas temporadas, infraestructura pública obsoleta e ineficiente, falta de alternativas productivas y la dominante presencia de intermediarios, resultando en un comportamiento conservador. Los hogares intentan mejorar sus niveles de ingreso mediante la diversificación de actividades, participando en actividades no necesariamente agropecuarias. La diversificación de fuentes de ingreso y la adopción de diversas estrategias de subsistencia es una respuesta natural en ambientes de alto riesgo como el de Bolívar (Ellis *et al.*, 2003).

Los hogares de esta zona se ven restringidos de participar en actividades productivas que podrían mejorar los niveles de bienestar de las familias, debido a su escaso nivel de activos. Por ejemplo, bajos niveles de educación reducen notablemente la diversificación y contribuyen en altos niveles de pobreza (Taylor *et al.*, 2000). El acceso de activos productivos naturales y físicos es inequitativo entre los hogares, la acumulación de activos financieros es lenta debido a los altos costos de transacción y a la falta de mercados financieros formales, lo cual limita la oportunidad de invertir y acceder a actividades más rentables. Por último, en esta región existen diversas organizaciones sociales pero la participación y aceptación de las mismas varía en gran medida (Barrera *et al.*, 2007).

Por medio de un mejor entendimiento de las estrategias de subsistencia existentes y el impacto de las mismas en los niveles de bienestar es posible priorizar la implementación de políticas que buscan mejorar los niveles de vida de los hogares de la región. Por ejemplo, invertir en sistemas sostenibles de finanzas rurales, mejorar los niveles educativos, de salud y la infraestructura física e institucional ayudarían a los hogares rurales a diversificar sus actividades y promover el acceso de mayores y más estables ingresos (Lanjouw, 2001; Barrett *et al.*, 2001). Además, autores como Ellis, Bebbington y Winters promueven el incremento de los activos productivos de los hogares rurales para mejorar el acceso de actividades productivas no-agrícolas. También se enfatiza la importancia de instituciones sociales fuertes, como alianzas estratégicas entre diversos actores (sociedad-mercados-agricultores), participación social, empoderamiento en el diseño de políticas y relaciones a largo plazo con proyectos sustentables. Sin embargo, el problema es que muy poca información está disponible para prioriza dichas intervenciones.

Como respuesta a esta necesidad programas como el de “Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala” llevado a cabo en Bolívar, Ecuador, buscan mejorar las herramientas disponibles para el diseño y toma de decisiones que afecten los hogares de la región. Tener la posibilidad de evaluar los efectos e impactos, que nuevas intervenciones podrían tener, ayudará a reducir la vulnerabilidad y el riesgo enfrentado por los hogares rurales al adaptarse a dichos cambios. Además, permite maximizar los escasos recursos disponibles para la implementación de programas y proyectos.

II. METODOLOGÍA

2.1. ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA Y NIVELES DE BIENESTAR

Las estrategias de subsistencia (livelihood strategies) se definen como el conjunto de actividades realizadas por los miembros de un hogar (producción agrícola, actividades fuera de la finca, migración, etc.), las cuales resultan en la obtención de beneficios como comida, ingresos o seguridad (Ellis *et al.*, 2003). La adopción de estas estrategias depende directamente del nivel de diversos activos productivos naturales (tierra, irrigación, pro-

ductividad del suelo), físicos (herramientas de trabajo, tractores, ganado), financieros (acceso al crédito), públicos (camino, escuelas, servicios públicos), sociales (organizaciones civiles, redes de migrantes) y humanos (educación, miembros del hogar, capacitación) (Winters *et al.*, 2002). Estas estrategias de subsistencia hacen referencia a las diversas formas de ganarse la vida, incluyendo habilidades de trabajo, activos productivos tangibles e intangibles (Chambers, 1995). Las actividades en las que los hogares participan ayudan a identificar las diferentes estrategias de subsistencia.

Debido a que las estrategias de subsistencia representan la composición de actividades adoptadas por los miembros de un hogar, que resultan en beneficios que proveen bienestar, el nivel de bienestar de los hogares está directamente relacionado con la selección de estrategias de subsistencia. Por ejemplo, los hogares pueden participar en la producción agrícola o actividades fuera de la finca como una estrategia y alcanzar niveles mayores o menores de bienestar como resultado de las decisiones tomadas. Los hogares de escasos recursos diversifican sus estrategias de subsistencia por medio de múltiples actividades, para poder mitigar el riesgo que enfrentan y tener diversas fuentes de ingreso a través del tiempo. Los hogares deciden la combinación de actividades productivas como parte de su estrategia de subsistencia y la intensidad destinada para cada actividad dependerá del nivel de activos productivos. La base de activos productivos disponibles puede ser afectada por la implementación de políticas y afectar la adopción de estrategias de subsistencia. Por ejemplo, un amplio acceso a educación o activos naturales productivos puede generar un fuerte impacto en la selección de estrategias de subsistencia y por lo tanto la cantidad de bienestar adquirido. El objetivo de mejorar la base de los activos productivos es el de mejorar el acceso a mejores estrategias de subsistencia que provean mayores niveles de bienestar y un desarrollo sustentable para los hogares rurales reduciendo su vulnerabilidad.

2.2. MÉTODOS

Inicialmente buscamos identificar las diferentes estrategias de subsistencia a las cuales los hogares rurales en Bolívar acceden. Para esto, se utilizaron herramientas de agrupación como la metodología de clústers. Posterior a

esto un modelo probabilístico conocido como multinomial logit se utilizó para identificar las principales variables que tienen influencia en la decisión de adoptar o no las estrategias definidas previamente. Este modelo permite analizar las probabilidades de adopción de cada estrategia dependiendo del nivel de activos productivos y otras clases de factores. Finalmente, para poder relacionar la selección de estrategias de subsistencia y los niveles de bienestar, fue necesario utilizar un modelo lineal de dos iteraciones que corrigió los sesgos de selección. Este sesgo aparece porque varios factores no observados pueden afectar la selección de una estrategia de subsistencia y su relación con los niveles de bienestar del hogar y ambas decisiones están correlacionadas entre sí, dependiendo la una de la otra y viceversa. La aproximación utilizada para medir el nivel de bienestar fue el nivel de gastos de consumo de los hogares debido a su ventaja sobre las medidas de ingreso.

Este conjunto de herramientas permite evaluar cómo diversas variaciones en las características de los hogares influyen los niveles de bienestar e identifican las relaciones existentes entre la selección de medios de subsistencia, bienestar de los hogares y los cambios en el nivel de bienestar.

2.2.1. Identificación de estrategias de subsistencia

Inicialmente, un protocolo cualitativo fue utilizado para determinar las diferentes estrategias de subsistencia existentes. Para luego, mediante un método cuantitativo de clústers jerárquicos, corroborar los resultados obtenidos previamente con el método inicial.

Los hogares rurales usualmente participan en diversas actividades como producción agrícola, trabajo asalariado en otras fincas, trabajo fuera de la finca, migración, negocios propios y otros. Usualmente, una o la combinación de estas actividades representa la mayor fuente de ingresos. Esta actividad principal o la combinación de varias fueron examinadas para poder identificar las estrategias de subsistencia adoptadas por los hogares. Fue esencial seleccionar un grupo de variables que permita agrupar y clasificar las estrategias existentes. A pesar que sería ideal incluir un gran número de variables en la realidad esto no es posible. Por lo tanto, es muy importante el seleccionar cuidadosamente las variables que participan en la identificación de estrategias de subsistencia (Aldenderfer y Blashfield, 1984; Bernhardt *et al.*, 1996). Esto representó un reto ya que el concepto de estrategias

de subsistencia incluye un amplio rango de variables (activos, actividades realizadas y beneficios obtenidos). Sin embargo, la principal forma de reducir el número de variables a utilizarse fue una categorización subjetiva (Rosenberg y Turvey, 1991) en base a información primaria provista por los hogares rurales y expertos de la región.

Los hogares fueron clasificados según sus actividades productivas. Se utilizó como criterios de agrupación las actividades de producción agropecuarias, trabajo agrícola asalariado e ingresos rurales no-agrícolas (Cuadro 1).

Cuadro 1.
Categorización de actividades productivas.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Categoría principal	Sub-categoría primaria	Sub-categoría secundaria
Producción Agropecuaria	Producción de cultivos	Cultivos, forestería, madera, plantas medicinales, panela
	Producción pecuaria	Huevos, queso, lana, leche, miel de abeja, ganado, especies menores y mayores
Trabajo asalariado fuera de la finca	Trabajo asalariado fuera de la finca	Leñadores, jornales agrícolas, trabajo presta manos en otras fincas.
Ingreso de actividades rurales no-agrícolas	Actividades no-agrícolas	Cocinero, chofer, carpintero, músico, lavandera, empleada doméstica, doctor, albañil, trabajador
	Negocios propios	Artesano, tenderos, productos agroquímicos, molinos, renta de vehículos, chulquero
	Migración	Remesas de trabajadores migrantes dentro y fuera del país
	Ayuda Social	Bono de desarrollo provisto por el gobierno

Fuente: Andrade, 2008.

La variable idónea para clasificar las diversas estrategias de subsistencia existentes debería ser el número de miembros del hogar que participa en cada actividad productiva y el tiempo que le dedican a cada una, es decir la intensidad con la que se participa en cada actividad. Sin embargo, como no se dispone de esta información las variables utilizadas para diferenciar las estrategias de subsistencia fueron los porcentajes de ingreso que cada actividad representa dentro del total de ingresos. Este criterio fue desarrollado y provisto por el Banco Mundial en su último reporte sobre agricultura (Cuadro 2).

Cuadro 2.
Criterios de identificación de las estrategias de subsistencia.

Estrategias de subsistencia	Criterio del porcentaje de ingresos
(A) Actividades diversas	Ni la producción agrícola, trabajo asalariado, o actividades no agrícolas representan más del 70% del ingreso total.
(B) Producción agropecuaria	La producción agrícola contribuye al ingreso en más del 70% y el trabajo no-agrícola o trabajo asalariado menos del 30%
(C) Economías rurales no-agrícolas	Las actividades no-agrícolas contribuyen en más del 70% de los ingresos y la producción agrícola menos del 30%
(D) Agricultura de autoconsumo y trabajo asalariado en otras fincas	El trabajo asalariado en otras fincas y la producción agrícola representan más del 70% de los ingresos percibidos y las actividades no agrícolas representan menos del 30%

Fuente: Banco Mundial, 2005.

En adición a este método cualitativo, se utilizó una herramienta estadística que valide y soporte los resultados determinados previamente. Este análisis cuantitativo es conocido como un procedimiento estadístico que organiza las observaciones en grupos relativamente homogéneos. Este procedimiento analiza datos para grupos no homogéneos y los clasifica en clústers (Aldenderfer y Blashfield, 1984). El algoritmo utilizado para unificar los clústers fue el sugerido por Ward⁶. Este algoritmo inicia

6 La distancia calculada entre dos clústers, la distancia entre los dos elementos más cercanos en dos clústers (Ward, 1963).

ubicando cada observación como un clúster individual y luego continúa una serie de sucesivas combinaciones entre las observaciones o grupos de observaciones que son similares. Este algoritmo finaliza cuando todas las observaciones son agrupadas en un único clúster, utilizando como criterio de agrupación una medida conocida como la Distancia Euclidiana al Cuadrado⁷ (Everitt, 1993). Una vez unificadas, las observaciones permanecen juntas hasta que una solución final se forme. El método de Ward fue seleccionado porque minimiza la varianza existente entre los clústers que se van formando (Aldenderfer y Blashfield, 1984) y unifica las observaciones individuales o grupos de observaciones con el menor incremento en la suma de cuadrados del error a través de cada etapa del proceso del algoritmo (Ward, 1963).

La solución final encontrada estadísticamente ayudó a verificar la clasificación determinada previamente de manera cualitativa con diversas variaciones obvias debido a la inexactitud de los métodos de clasificación clúster. Un análisis de varianza de una cola fue realizado para corroborar la diferencia existente entre variables (Bernhardt *et al.*, 1996).

2.2.2. Selección de medios de subsistencia

El modelo probabilístico conocido como **multinomial logit** provee eficientes formas de predecir el comportamiento de variables categóricas (estrategias de subsistencia) en función de un conjunto de variables explicativas (Demaris, 1992). El modelo multinomial logit se expresa en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 Y^* &= \sum_{r=1}^R \beta_r X_r + \varepsilon_j \\
 Y &= 1 \quad \text{if} \quad Y^* \leq \mu_1, \\
 Y &= 2 \quad \text{if} \quad \mu_1 \leq Y^* \leq \mu_2, \\
 &\vdots \\
 Y &= m \quad \text{if} \quad \mu_{j-1} < Y^*
 \end{aligned} \tag{1}$$

7 Es la suma de las distancias al cuadrado sobre todas las unidades de las variables estandarizadas y es utilizado como una distancia de medida para realizar el clúster de observaciones.

donde Y representa un resultado no observado (el cual puede ser el nivel de utilidad alcanzado), Y representa la estrategia de subsistencia seleccionada, β_r son los parámetros de estimación ($r=1,\dots,R$), j representa las diversas alternativas de las estrategias de subsistencia identificadas ($j=1,\dots,m$), X_r son las variables que caracterizan a los hogares e influyen el proceso de toma de decisiones, ε_r representa el término de error (el cual puede ser habilidad necesaria para adoptar una estrategia de subsistencia) y γ_j el parámetro del umbral desconocido que separa a cada una de las estrategias de subsistencia.

El conjunto de variables X_r que afecta el proceso de toma de decisiones de una estrategia de subsistencia incluye activos productivos naturales, físicos, financieros, humanos, públicos y sociales (Cuadro 3). Los activos físicos, porcentaje de dependencia y altitud fueron modificados para evitar problemas de escala y también para tener una clara interpretación durante el cómputo de efectos marginales.

Diversos supuestos deben mantenerse para poder utilizar exitosamente este modelo probabilístico. Según Train (2002), el término del error es independiente e idénticamente distribuido en sus valores extremos (también llamada distribución de valores extremos Gumbel o Tipo I). Según Borooah (2001) y Greene (2000), los resultados de esta aplicación son similares, independientemente de la utilización de una distribución normal o del Tipo I de valores extremos. También, el modelo asume que las estrategias de subsistencia en esta región no tienen ningún orden específico entre ellas. Se asume que cada hogar está intentando maximizar su nivel de utilidad en base a su nivel de activos. Es siempre aconsejable tratar la variable categórica como si no tuviese un orden a menos que exista una muy buena razón para imponer uno (Borooah, 2001). Las estrategias de subsistencia son mutuamente excluyentes, lo que significa que los productores no pueden ser parte de dos estrategias al mismo tiempo. Además, las estrategias de subsistencias son colectivamente exhaustivas, lo que significa que las estrategias identificadas mediante las herramientas de agrupación son las únicas disponibles en la región.

Cuadro 3.
Variables utilizadas en el modelo multinomial logit.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Definiciones	Media aritmética	Desviación estándar
Tamaño de la finca	Cantidad de tierra perteneciente o rentada por los hogares en hectáreas	4,84	6,83
Acceso a riego	Variable dummy cuando los hogares tienen o no acceso a irrigación	0,21	0,41
Activos físicos/100	Valor monetario estimado de los activos productivos, ganado y otras especies pecuarias en cientos de dólares	15,53	17,64
Educación secundaria	Variable dummy cuando uno de los individuos del hogar con el más alto nivel alcanzó o no educación secundaria o más.	0,62	0,49
Edad del jefe de hogar	Años	50,08	15,24
Miembros de la familia	Número de integrantes del hogar	5,13	2,34
Porcentaje de dependencia	Porcentaje de miembros del hogar menores a 18 años o arriba de 71 años de edad.	3,52	2,68
Ubicación en la microcuenca	Variable dummy de cuando el hogar se ubica o no en la microcuenca hidrográfica del río Alumbre	0,59	0,49
Altitud	Altitud en cientos de metros por sobre el nivel del mar	27,87	5,42
Distancia a los ríos	Distancia al río más cercano en kilómetros	1,27	1,14
Distancia a las comunidades	Distancia a la comunidad más cercana en kilómetros	2,14	1,11
Distancia a las ciudades	Distancia a la ciudad más cercana en kilómetros	6,34	3,54

Fuente: Andrade, 2008 basado en Barrera *et al.*, 2007.

Tamaño de la muestra = 286

Esto lleva al supuesto final en el modelo. Las estrategias de subsistencia se asumen independientes de alternativas irrelevantes. Este supuesto hace referencia a que el porcentaje de probabilidad de seleccionar una estrategia de subsistencia para un hogar en particular no se verá influenciado por ninguna otra alternativa. Este supuesto se violaría si las estrategias de subsistencia no son mutuamente excluyentes (Liao, 1994). Bajo todos estos supuestos, el modelo permitirá identificar cómo cada variable influencia la probabilidad de escoger diferentes estrategias de subsistencia y cómo estas se ven afectadas.

2.2.3. La selección de estrategias de subsistencia y el nivel de bienestar⁸ familiar

La función de bienestar fue estimada en base a diversas características de los hogares, condicionándolos según la elección de una estrategia de subsistencia. Debido a que se está estimando una ecuación de interés, de la cual su variable dependiente, está relacionada con las decisiones de los hogares de participar o no en una estrategia de subsistencia. Fue necesario utilizar herramientas econométricas que corrijan las desviaciones generadas por este sesgo de selección. Además, los factores no observados de la selección de estrategias de subsistencia y del nivel de bienestar pueden estar correlacionados entre sí. Debido a esto, se debe corregir el sesgo de selección en base al uso de un modelo multinomial logit. Este modelo establecerá la relación existente entre la selección de estrategias de subsistencia y el bienestar de los hogares (Bourguignon *et al.*, 2007). El modelo corregido muestra la relación existente entre los niveles de bienestar alcanzado por cada estrategia de subsistencia. El modelo es expresado como:

$$\begin{aligned} W_{in} &= \sum_{i=1}^I (\alpha_{in} X_{in}) + u_{in} + \lambda_{in} \\ Y_i^* &= \sum_{j=1}^J \beta_{ij} X_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2)$$

8 Se utilizó como medida de bienestar el nivel de gastos de consumo por que es más lineal ante fluctuaciones de corto plazo. Esta variable captura los niveles de bienestar del largo plazo, es confiable y menos vulnerable a sesgos por reportar valores muy pesimistas y finalmente reduce efectos étnicos de hogares pobres con escasos recursos (World Bank, 2001; Barrett *et al.* 2001; Meyer y Sullivan, 2003; y Ravallion, 2003).

donde W_m es la variable dependiente de interés (el logaritmo natural del nivel de consumo en cada una de las estrategias de subsistencia m); esta variable es únicamente observada cuando el hogar decide seleccionar la estrategia de subsistencia m . El α_{mr} son los parámetros estimados, X_{mr} representa las características de cada hogar; r son las variables independientes de interés, y u_m representa el término de error de la ecuación de interés. El problema de estimar los parámetros α_{mr} es que deben tomar en consideración que el término de error u_m podría no ser independiente de los términos de error (ε_i)s de la selección de las estrategias de subsistencia (ver ecuación 1 de selección de estrategias de subsistencia).

La presencia del sesgo por selección introduce correlación entre la variable explicativa o dependiente y el término de error en la ecuación del nivel de bienestar generando un problema de endogeneidad. Debido a esto, la estimación por medio de cuadrados reducidos de α_{mr} no sería consistente, por lo cual se incluye un coeficiente de correlación (λ_m) que corrige el problema (Cameron y Trivedi, 2005). Con la corrección del sesgo de selectividad los parámetros estimados son significativamente mejorados, ambos en términos de reducción del sesgo y la raíz cuadrada del error del modelo (Bourguignon *et al.*, 2007).

Existen diversos métodos sugeridos para la corrección del sesgo de selección con el uso de modelos probabilísticas multinomial. Dos de estas aproximaciones fueron desarrolladas por Lee (1983) y Dubin-McFadden (1984), y existe una reciente desarrollada con aproximaciones semi-paramétricas propuesta por Dahl (2002).

La corrección desarrollada por Dubin-McFadden es preferida en el campo teórico. Además, el uso del método de Dubin-McFadden sin imponer la restricción del error, garantiza parámetros estimados sin sesgo y se desempeña mejor que los otros métodos para tamaños de muestra pequeños como en este caso (Bourguignon *et al.*, 2007). Por lo tanto, para corregir el sesgo por selección, se utilizó el coeficiente de correlación dado entre u_m y los (ε_i) definido por Dubin-McFadden. El principal supuesto que impone Dubin-McFadden es la siguiente linealidad:

$$E(u_m | \varepsilon_1 \dots \varepsilon_M) = \sigma \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sum_{j=1}^m c_{mj} (\varepsilon_j - E(\varepsilon_j)) \quad (3)$$

donde cc_j es el coeficiente de correlación entre los términos de error. El cual se define según la corrección de Dubin-McFadden y el uso del modelo multinomial logit de la siguiente manera:

$$E(\varepsilon_m - E(\varepsilon_m) | Y_m^* > \max_{j \neq m} (Y_j^*)) \Gamma = -\ln(P_m)$$

$$E(\varepsilon_j - E(\varepsilon_j) | Y_m^* > \max_{j \neq m} (Y_j^*)) \Gamma = \frac{P_j \ln(P_j)}{1 - P_j}, \forall j > 1 \quad (4)$$

donde $\Gamma = \{\beta_1 X_1, \beta_1 X_1, \dots, \beta_m X_m\}$ pertenecen a los parámetros del modelo multinomial logit (2) y P_j representa la probabilidad específica de los hogares de adoptar una de las estrategias de subsistencia definidas ($j=1, \dots, m$).

Dados los supuestos (3) y (4), el modelo de selección (2) puede ser estimado por minimización de cuadrados en la forma de la ecuación (5). Para mayor detalle ver Bourguignon *et al.*, (2007).

$$W_m = \sum_{i=1}^K (\alpha_m \dot{X}_i) + u_m + \sigma \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sum_{j=1}^m cc_j \frac{P_j \ln(P_j)}{1 - P_j} - cc_m \ln(P_m) \quad (5)$$

Además, en el artículo original de Dubin-McFadden la siguiente restricción era introducida:

$$\sum_{j=1}^m cc_j = 0 \quad (6)$$

Sin embargo, según el estudio desarrollado por Bourguignon *et al.*, (2007), este supuesto puede ser fácilmente retirado y puede ser causa de sesgos cuando es impuesto incorrectamente. Utilizando una versión diferente del Dubin-McFadden (excluyendo el supuesto 6) los parámetros estimados que se generan tendrán una pérdida de eficiencia relativamente pequeña.

Debido a que el modelo de Dubin-McFadden necesita de estos coeficientes de corrección en cada una de las ecuaciones de interés de las estrategias de subsistencia del modelo multinomial logit, es necesario tener un número similar de variables instrumentales en el modelo. Si no se utilizan estas variables instrumentales la predicción de bienestar en la segunda estimación se basaría enteramente en hipótesis paramétricas y el modelo no tendría parámetros robustos (Bourguignon *et al.*, 2007). Las cuatro variables instrumentales utilizadas dentro del modelo fueron las características geográficas de los hogares como altitud, distancia a los ríos, ciudades y pueblos. El supuesto es que estas variables geográficas tienen influencia en la selección de estrategias de subsistencia pero no son factores del nivel de bienestar que las familias obtengan. Este supuesto debe mantenerse si se espera obtener parámetros estimados consistentes. Muchos de los parámetros X_{mi} de la ecuación (5) son los mismos parámetros que se utilizaron para estimar el modelo multinomial logit, pero no todos (Cuadro 4).

Algunas de las variables afectan únicamente el nivel de bienestar y no la probabilidad de seleccionar una estrategia de subsistencia. Este modelo permite estimar los niveles de bienestar obtenidos al participar en cada una de las estrategias de subsistencia y comparar cómo variaría ese nivel de bienestar al participar en otra estrategia con el mismo nivel de activos productivos. Es decir, permite comparar los niveles de bienestar de un mismo hogar, bajo condiciones *ceteris paribus* (supone que todo lo demás es lo mismo o igual), si el hogar decidiese participar en otra estrategia de subsistencia.

Cuadro 4.
Variables afectando el nivel de bienestar de los hogares.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Definiciones	Media aritmética	Desviación estándar
LN del tamaño de finca	Logaritmo natural de la cantidad de tierra propia o rentada utilizada por los hogares en hectáreas	1,03	1,02
Acceso de riego	Variable dummy cuando los hogares acceden o no a irrigación	0,21	0,41
LN activos fijos	Logaritmo natural del valor monetario estimado de los activos productivos, ganado y otras especies pecuarias	6,25	2,23
Educación secundaria	Variable dummy cuando un integrante del hogar alcanzó o no estudios de secundaria o superiores	0,62	0,49
Crédito	Variable dummy cuando los hogares accedieron o no a crédito financiero formal	0,05	0,22
Género del líder del hogar	Variable dummy cuando el hogar es liderado o no por un hombre	0,85	0,36
LN miembros del hogar	Logaritmo natural del número de miembros integrantes del hogar	1,52	0,50
Ubicación microcuenca	Variable dummy de cuando el hogar se encuentra o no en la microcuenca hidrográfica del río Alumbre	0,59	0,49

Fuente: Andrade, 2008 basado en Barrera *et al.*, 2007.

Tamaño de la muestra = 286

2.2.4. Cambios en políticas y su impacto en el nivel de bienestar de los hogares

La finalidad del conjunto de herramientas descrito previamente, es examinar el impacto generado en los niveles de bienestar después de implementar una política, como acceso a educación, irrigación o crédito. Por ejemplo, para examinar cómo la educación podría afectar los niveles de bienestar, se inicia por establecer cuáles hogares tienen la probabilidad más alta para acceder a mejores niveles de educación con la implementación de la política. Inicialmente se utilizó un modelo logit que permita identificar la población objetivo, es decir hogares con la más alta probabilidad para acceder a una educación secundaria. El modelo sería el siguiente:

$$\begin{aligned}
 E^* &= \sum_{r=1}^R \delta_r S_r + v \\
 E &= 1 \quad \text{if} \quad E^* > 0 \\
 E &= 0 \quad \text{caso contrario}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

donde E^* representa cuando uno de los individuos del hogar ha accedido o no a un nivel de educación superior al de secundaria, δ_r representan los parámetros a estimarse, S_r representa las R características afectando el nivel de educación alcanzado, y ϵ_r representa el término de error. El Cuadro 5 muestra las variables S_r .

Cuadro 5.
Variables utilizadas en el modelo logit de educación.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Definiciones	Media aritmética	Desviación estándar
Ubicación de la microcuenca	Variable dummy cuando un hogar pertenece o no a la microcuenca del río Alumbre	0,59	0,49
Tamaño del hogar	Número de miembros que integran el hogar	5,13	2,34
Niños pequeños	Miembros del hogar con edad menos de 5 años	0,51	0,77
Niños grandes	Miembros del hogar con edad entre 5 y 15 años	1,33	1,48
Adultos	Miembros del hogar con edad entre 17 y 70 años	2,69	1,43
Viejos	Miembros del hogar mayores a 71 años	0,17	0,47
Nivel educativo jefe del hogar	Educación en años alcanzados por el jefe de hogar	4,30	4,07
Nivel educativo de la esposa	Educación en años alcanzados por la esposa	2,85	3,35
Edad jefe del hogar	Edad del jefe de hogar en años	50,08	15,24
Edad al cuadrado	Edad del jefe de hogar al cuadrado	2 739,36	1 579,61
Edad de la esposa	Edad de la esposa	34,09	23,02
Edad al cuadrado	Edad de la esposa al cuadrado	1 690,22	1 550,47
Distancia a la Universidad	Distancia a la Universidad más cercana localizada en Guaranda en kilómetros	28,19	15,81
Distancia a los mercados	Distancia a las ciudades principales (km.)	6,34	3,54
Distancia a las comunidades	Distancia a la comunidad más cercana (km.)	2,14	1,11
Distancia a los caminos	Distancia al camino pavimentado más cercano (km.)	2,32	2,38
Superficie finca	Superficie total de la finca en hectáreas	4,84	6,83

Fuente: Andrade, 2008 basado en Barrera et al., 2007.

Tamaño de la muestra = 286

Categoría de base, adolescentes, miembros del hogar que están entre 16 y 18 años

Después de identificar la población objetivo de la política a implementarse, es decir aquellos hogares con mayores probabilidades de acceder a educación secundaria, se estima el cambio en la probabilidad de seleccionar diversas estrategias de subsistencia y se establece el cambio generado para la población objetivo en cuestión utilizando los parámetros previamente estimados en el modelo multinomial logit de la ecuación (1).

$$\hat{Y}_i^* = \sum_{r=1}^R \hat{\beta}_{ir} X_r^* \quad (8)$$

donde Y_i representa la nueva probabilidad estimada de participar en cada una de las estrategias de subsistencia, $\hat{\beta}_{ir}$ son los parámetros estimados (de la ecuación 1) y X_r^* es X_r con los nuevos niveles de educación alcanzados por la población objetivo.

Una vez que el nuevo conjunto de probabilidades se ha estimado ($P_1, P_2, \dots, P_j$) para la población objetivo y las nueva probabilidad de participar en las estrategias de subsistencia se han determinado, es posible estimar los niveles de bienestar que la población objetivo recibiría después de haber implementado una política que mejore las condiciones educativas de los hogares de la región, utilizando los parámetros de la ecuación (5), permitiendo comparar los cambios que existirían posterior a la implementación de la política.

$$\hat{W}_m = \sum_{r=1}^R (\hat{\alpha}_{mr} \hat{X}_r^*) + \sigma \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sum_{j=1}^m cc_j \frac{\hat{P}_j \ln(\hat{P}_j)}{1 - \hat{P}_j} - cc_m \ln(\hat{P}_m) \quad (9)$$

donde W_m representa la estimación del nivel de bienestar después de ajustar el sesgo en cada una de las estrategias de subsistencias, condicionado en el cambio generado por la política de educación, $\hat{\alpha}_{mr}$ son los parámetros estimados, cc_j son los coeficientes de corrección estimados (de la ecuación general 5). Las P_j son las probabilidades estimadas de participar en cada una de las estrategias de subsistencia.

Posteriormente, el cambio porcentual, generado por el cambio en la política, en el nivel de bienestar actual comparado con el nivel de bienestar estimado fue calculado utilizando la ecuación (10):

$$\overline{W}_m = \frac{\sum_{i=1}^I (W_{im} - \hat{W}_{im})}{I} \quad (10)$$

donde ΔW_m representa el cambio porcentual del nivel de bienestar de los hogares que participan en las estrategias de subsistencia m , W_{im} representa el nivel actual alcanzado de bienestar ($i=1, \dots, I$), $\hat{W}_{im}$ representa la cantidad estimada del nivel de bienestar que se alcanzó después de haber implementado la política de educación, e I es el número de los hogares en cada una de las estrategias de subsistencia.

Utilizando este mismo procedimiento para evaluar el impacto de diversas políticas es posible examinar los cambios en el nivel de bienestar de los hogares asociado a la implementación de políticas que buscan mejorar las condiciones de vida de los productores.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA

Cuatro estrategias de subsistencia fueron identificadas en la región: diversificación de actividades (estrategia A), producción agropecuaria (estrategia B), economías productivas rurales no-agrícolas (estrategia C), y trabajo asalariado en fincas con autoconsumo agropecuario (estrategia D) (Cuadros 6, 7 y 8).

Cuadro 6.
Selección de las estrategias de subsistencia.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Estrategias de subsistencia	Porcentaje	Hogares	Miembros
Diversificación de actividades (A)	27	78	432
Actividades de producción agropecuaria (B)	37	105	576
Económicas rurales no-agrícolas (C)	17	50	218
Agricultura de consumo y trabajo asalariado en otras fincas (D)	19	53	241
Total	100	286	1467

Fuente: Andrade, 2008 basado en Barrera *et al.*, 2007.

Las cuatro estrategias de subsistencia identificadas son totalmente diferentes. Los que participan en producción agropecuaria (estrategia B) necesitan una gran cantidad de recursos naturales y físicos para poder participar en esta actividad; cuando el nivel de estos activos es reducido, los hogares dedican su producción al autoconsumo. Cuando la producción es limitada, los hogares tienden a diversificar sus fuentes de ingreso de manera que logran mitigar el riesgo al que están expuestos. Ante los altos niveles de riesgo que enfrentan los hogares rurales, participar en una estrategia de diversificación los mantendrá mejor que si participasen en otra estrategia de subsistencia, permitiéndoles obtener ingresos de actividades no-agrícolas. Por lo tanto, existe un efecto de compensación entre el nivel de ingresos generado por la especialización y la exposición a eventos de alto riesgo. Los hogares que deciden participar en actividades no-agrícolas no requieren de un alto nivel de recursos naturales, pero sí de activos productivos de inversión, altos niveles de educación y buen acceso a los servicios públicos. Un factor primordial en la selección de estrategias de subsistencia es la ubicación relativa a los centros poblados. Hogares que dedican la mayor cantidad de su tiempo en actividades no-agrícolas tienden a ubicarse más cerca a las ciudades que aquellos que se dedican a participar en actividades agrícolas. Hogares más cercanos a los ríos tienen mayores probabilidades de participar en actividades de producción agropecuaria, mientras que los que más

lejos se ubican tienen mayores probabilidades de participar en actividades no-agrícolas o en trabajos asalariados en otras fincas, porque las fuentes de agua representan un importante insumo en la producción agrícola.

Cuadro 7.

Análisis de varianza de las variables que categorizaron las estrategias. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables clústers	Estrategias de subsistencia				ANOVA Sig.
	A	B	C	D	
% Ingreso agrícola	0,45	0,87	0,12	0,39	0,00***
% Ingreso asalariado	0,02	0,03	0,14	0,57	0,00***
% Ingreso fuera de la finca	0,53	0,10	0,74	0,05	0,00***
% Ingreso agrícola y trabajo asalariado	0,47	0,90	0,26	0,95	0,00***
% Trabajo asalariado y fuera de la finca	0,55	0,13	0,88	0,61	0,00***

Fuente: Andrade, 2008.

*** Significancia al menos 1%

Nota: El análisis de varianza (ANOVA) muestra que las diferencias existentes entre las variables de las estrategias de subsistencia es estadísticamente significativo.

Finalmente, las principales diferencias entre los hogares que diversifican actividades y los de auto consumo agrícola y trabajo asalariado es que los que tienden a diversificar actividades reciben un porcentaje de su ingreso de actividades no relacionadas con la agricultura, mientras que los otros aun dependen de su propia producción agrícola y del trabajo agrícola en otras fincas, lo cual muestra su alta dependencia al sector agrícola y por lo tanto la gran vulnerabilidad que tienen. Hay obvias diferencias en los diversos niveles de riesgo enfrentados por las diversas estrategias de subsistencia.

Cuadro 8.
Estadísticas descriptivas de las principales variables.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables clústers	Estrategias de subsistencia				ANOVA Sig.
	A	B	C	D	
De la microcuenca del Alumbre %	46	37	98	85	0,00***
Tamaño de la finca (ha)	3,82	6,79	3,59	3,64	0,00***
Acceso a la irrigación %	23	33	6	9	0,00***
Valor de los activos físicos USD	2008	2348	856	496	0,00***
Distancia al río más cercano (Km.)	1,12	0,86	2,05	1,58	0,00***
Distancia ciudad más cercana (Km.)	7,21	7,58	3,61	5,17	0,00***
Participación sociedades civiles %	60	55	26	38	0,00***
Miembros familiares migraron %	71	39	54	13	0,00***
Hogares mestizos %	31	25	64	53	0,00***
Tamaño del hogar	5,54	5,49	4,36	4,55	0,00***
Hogares con líder varón %	88	90	82	72	0,02**
Educación secundaria o más %	65	65	66	45	0,09*
Ingresos per cápita anuales USD	653	785	839	288	0,00***
Gastos per cápita anuales USD	254	252	252	184	0,03**

Fuente: Andrade, 2008.

*** Significancia al menos 1%

** Significancia a un nivel menor al 5%

* Significancia a un nivel menor al 10%

Nota: El análisis de varianza (ANOVA) muestra que las diferencias existentes entre las variables de las estrategias de subsistencia es estadísticamente significativo.

3.2. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA

Como se pudo observar los activos productivos naturales y físicos son muy importantes en la probabilidad de seleccionar diferentes estrategias de subsistencia (Cuadro 9). A pesar de que el nivel educativo no muestra niveles estadísticos significantes, esta variable tiene un efecto positivo en la participación de actividades no-agropecuarias, mientras que reduce la probabilidad de participar en el sector agropecuario sea en producción o trabajo asalariado en fincas. Este resultado era esperado según la información empírica observada, además los beneficios generados por altos niveles de educación son mayores en actividades fuera de la producción agrícola, por lo cual se puede deducir que mejorando los niveles de educación se podría mejorar las condiciones de los recursos naturales y su conservación por medio del incremento en estrategias de subsistencia diversas y no-agrícolas.

Los activos físicos y naturales tienden a incrementar la probabilidad de participar en actividades de producción agropecuaria y reducen la probabilidad de participar fuera de éste sector. Mientras que al incrementar la distancia entre los ríos y el hogar, disminuye la probabilidad de participar en actividades de producción agrícola e incrementa la probabilidad de participar en actividades no-agrícolas. Bajo las condiciones actuales no es beneficioso mejorar las condiciones de acceso al agua, ya que esto incentiva la producción agrícola conllevando a una sobre utilización de los recursos naturales, incrementando problemas como la erosión, deforestación y contaminación ambiental. Si se va a implementar una política que mejore el acceso al agua ésta debería estar acompañada de un plan agresivo de capacitación para mejorar las prácticas agrícolas actuales en la región, protegiendo las cuencas hidrográficas y reduciendo la contaminación.

Cuadro 9.

Coefficientes del modelo multinomial: determinantes de las estrategias de subsistencia. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Coeficientes de las estrategias de subsistencia		
	A	C	D
Superficie de la finca	-0,09	-0,15	-0,06
valor-p	(0,01)***	(0,33)	(0,28)
Acceso de irrigación	-0,58	-0,92	-0,32
valor-p	(0,17)	(0,17)	(0,60)
Activos físicos /100	0,01	0,01	-0,12
valor-p	(0,20)	(0,58)	(0,00)***
Edad del jefe de hogar	-0,15	-0,10	-0,07
valor-p	(0,03)**	(0,35)	(0,44)
Edad al cuadrado	0,00	0,00	0,00
valor-p	(0,06)*	(0,31)	(0,53)
Miembros del hogar	0,06	-0,08	-0,02
valor-p	(0,49)	(0,60)	(0,83)
Índice dependencia *10	0,01	0,12	0,09
valor-p	(0,87)	(0,32)	(0,45)
Educación secundaria	0,16	0,41	-0,69
valor-p	(0,65)	(0,37)	(0,10)*
Ubicación Alumbre	-2,08	2,94	0,71
valor-p	(0,17)	(0,30)	(0,74)
Altitud en Km. *10	-0,34	-0,16	-0,13
valor-p	(0,01)***	(0,52)	(0,50)
Distancia al río	0,42	0,56	0,27
valor-p	(0,07)*	(0,02)**	(0,27)
Distancia al pueblo	-0,08	-0,05	-0,07
valor-p	(0,70)	(0,83)	(0,76)
Distancia a la ciudad	0,14	0,03	0,13
valor-p	(0,11)	(0,71)	(0,15)
Constante	13,32	2,88	5,27
valor-p	(0,01)***	(0,74)	(0,42)

Fuente: Andrade, 2008.

N=286; Pseudo R²=0,23; Predicción acertada=0,50

*** Significancia al menos 1%

** Significancia a un nivel menor al 5%

* Significancia a un nivel menor al 10%

Nota: Hogares que participan en producción agrícola (estrategia B) son el grupo de comparación.

Finalmente, es posible analizar los efectos marginales que cada variable tendría bajo diferentes características de los hogares. La magnitud del cambio en los coeficientes estimados y la importancia estadística de los mismos varía según las características de los hogares en análisis. Esta herramienta es útil para realizar análisis de impacto previos para entender la toma de decisiones bajo diferentes escenarios (Cuadro 10).



Cuadro 10.
Efectos marginales. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Probabilidad de participar %	Estrategias de subsistencia				Variables sujetas al valor
	A	B	C	D	
	0.70	0.24	0.01	0.06	
Variables	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	
Ubicación Alumbre	-0,55	0,17	0,24	0,14	0
p> z	(0,02)**	(0,60)	(0,26)	(0,42)	
Altitud *10	-0,07	0,06	0,00	0,01	27,87
p> z	(0,00)***	(0,00)***	(0,50)	(0,17)	
Superficie finca	-0,02	0,02	0,00	0,00	4,84
p> z	(0,07)*	(0,08)*	(0,69)	(0,97)	
Acceso riego	-0,12	0,11	0,00	0,00	0
p> z	(0,25)	(0,26)	(0,62)	(0,89)	
Activos físicos /100	0,01	0,00	0,00	-0,01	15,53
p> z	(0,17)	(0,85)	(0,77)	(0,30)	
Edad	-0,03	0,03	0,00	0,00	50,08
p> z	(0,09)*	(0,14)	(0,90)	(0,69)	
Edad cuadrado	0,00	0,00	0,00	0,00	2 739,36
p> z	(0,11)	(0,17)	(0,94)	(0,68)	
Miembros del hogar	0,01	-0,01	0,00	0,00	5,13
p> z	(0,41)	(0,56)	(0,63)	(0,54)	
Índice dependencia *10	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52
p> z	(0,93)	(0,80)	(0,63)	(0,56)	
Educación	0,05	-0,02	0,00	-0,03	0
p> z	(0,47)	(0,74)	(0,68)	(0,34)	
Distancia al río	0,08	-0,07	0,00	0,00	1,27
p> z	(0,11)	(0,10)*	(0,64)	(0,83)	
Distancia al pueblo	-0,01	0,01	0,00	0,00	2,14
p> z	(0,74)	(0,72)	(0,97)	(0,95)	
Distancia a ciudad	0,02	-0,02	0,00	0,00	6,34
p> z	(0,21)	(0,18)	(0,64)	(0,77)	

Fuente: Andrade, 2008.

*** Significancia al menos 1%

** Significancia a un nivel menor al 5%

* Significancia a un nivel menor al 10%

Nota: Del modelo de selección de estrategias con variables dummy sujetas en cero y variables continuas en su media aritmética.

Este modelo predice de manera acertada la selección de estrategias de subsistencia en casi un cincuenta por ciento de las veces. Los hogares que participan en actividades no-agrícolas y diversifican actividades son predichas con mayor precisión, mientras que los hogares que participan en actividades asalariadas en otras fincas son estimados de manera menos precisa. Hogares estimados de manera adecuada fueron determinados en base al nivel de probabilidades dado por el modelo en comparación a la situación actual. La mayor probabilidad estimada por el modelo fue comparada con la estrategia de subsistencia actualmente seleccionada.

3.3. ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA Y VALORACIÓN DEL BIENESTAR

Es necesario resaltar que nosotros únicamente observamos el nivel de bienestar alcanzado por los hogares que participan en cada estrategia de subsistencia seleccionada. No es posible observar el nivel de bienestar que un hogar diversificando actividades alcanzaría si decidiese participar en una estrategia de producción agrícola. Este es el problema de sesgo de selección que se tenía inicialmente, el cual se confirmó cuando varios de los coeficientes de corrección utilizados en el modelo mostraron ser estadísticamente significativos (Cuadro 11).

El nivel de bienestar incrementa, si el acceso a la tierra es garantizado. Esta variable se muestra significativa en cada una de las estrategias de subsistencia. Por otra parte, la irrigación tiene un inusual efecto negativo en el nivel de bienestar de aquellos que participan en producción agrícola. Este efecto es difícil de explicar, un mejor acceso al insumo agua, se espera que produzca mayores beneficios en la producción agrícola. Sin embargo, este efecto puede ser atribuido a la naturaleza de la variable. La falta de acceso a irrigación en la región (señalado por muchos encuestados) podría explicar este efecto negativo. Muchos de los hogares que tienen acceso a irrigación no reciben suficiente agua, por lo cual el acceso a irrigación, no garantiza la ventaja comparativa que se espera. Además, los productores no pueden maximizar el beneficio recibido de la irrigación durante la época seca debido a que sus niveles tecnológicos siguen siendo tradicionales, lo cual no permite generar los beneficios esperados. En adición, el coeficiente de esta variable no muestra importancia estadística.

Sin embargo, es interesante especular acerca de las posibles razones por las que este efecto podría estar sucediendo. Similar irrelevancia estadística muestra el nivel educativo, el cual muestra impactos positivos en el nivel de bienestar de los hogares rurales.

Otra variable con implicaciones interesantes es el acceso al crédito formal u hogares que han recibido créditos financieros del sector formal, ya que casi todos los hogares han recibido alguna clase de crédito informal mínimo por parte de sus amigos, vecinos, parientes e incluso intermediarios de comercialización. El acceso a crédito formal tiene efectos positivos en la cantidad de bienestar recibido para todas las estrategias de subsistencia. Este efecto positivo muestra una importante oportunidad para mitigar los niveles de pobreza existentes, como ha sucedido previamente en otros países en desarrollo.



Cuadro 11.

Determinantes del nivel de bienestar condicionado en la selección de estrategias de subsistencia. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Estrategias de subsistencia			
	A	B	C	D
Ubicación Alumbre	0,45	-0,02	-0,24	-0,04
P> t	(0,26)	(0,93)	(0,69)	(0,88)
LN Superficie finca	0,07	0,19	0,14	-0,01
P> t	(0,37)	(0,01)***	(0,02)**	(0,85)
Riego	0,03	-0,15	-0,46	0,22
P> t	(0,81)	(0,12)	(0,11)	(0,29)
LN Activos físicos	0,00	-0,08	-0,06	-0,03
P> t	(1,00)	(0,04)**	(0,08)*	(0,50)
Crédito	0,42	0,70	0,42	(retirada)
P> t	(0,04)**	(0,00)***	(0,02)**	--
Género del líder	-0,43	0,13	0,09	0,00
P> t	(0,01)***	(0,32)	(0,51)	(0,98)
LN Miembros del hogar	-0,85	-0,64	-0,87	-0,79
P> t	(0,00)***	(0,00)***	(0,00)***	(0,00)***
Educación	0,11	0,10	0,02	0,09
P> t	(0,39)	(0,35)	(0,91)	(0,60)
Coefficiente corrección 1	-0,05	-0,59	-1,61	-1,40
P> t	(0,85)	(0,24)	(0,01)***	(0,16)
Coefficiente corrección 2	0,07	-0,07	-1,34	-1,45
P> t	(0,92)	(0,75)	(0,02)**	(0,09)***
Coefficiente corrección 3	0,50	0,26	-0,03	-0,72
P> t	(0,56)	(0,63)	(0,81)	(0,40)
Coefficiente corrección 4	1,68	0,92	0,35	-0,35
P> t	(0,01)***	(0,07)*	(0,54)	(0,10)*
Constante	7,39	6,58	5,96	5,32
P> t	(0,00)***	(0,00)***	(0,00)***	(0,00)***
	N=78 R ² =0,62	N=105 R ² =0,46	N=50 R ² =0,76	N=53 R ² =0,62

Fuente: Andrade, 2008.

*** Significancia al menos 1%

** Significancia a un nivel menor al 5%

* Significancia a un nivel menor al 10%

Nota: la variable dependiente es el logaritmo natural (LN) de los gastos de consumo anuales por persona.

Otra de las variables con interesantes efectos es la de hogares liderados por mujeres. Estos hogares reducen su nivel de bienestar cuando participan en una estrategia de producción agrícola, mientras que esta variable genera efectos positivos en hogares que diversifican actividades. Lógicamente, hogares liderados por mujeres cuentan con una menor fuerza física que los liderados por varones, recurso indispensable para participar en la producción agropecuaria como actividad principal. Por otra parte, las líderes son capaces de explotar sus habilidades creativas para participar exitosamente en actividades no-agrícolas como la producción de artesanías o negocios propios alcanzando mayores niveles de bienestar y reduciendo los niveles de vulnerabilidad por depender de una única fuente de ingreso. Además, las mujeres muestran ser más conservadoras y adversas al riesgo por lo cual se esperaría que diversifiquen sus actividades.

Después de haber analizado el efecto de diversas variables del nivel de bienestar, el modelo permite comparar qué tipo de estrategia de subsistencia generaría la más alta satisfacción bajo las condiciones actuales de los hogares. Por ejemplo, cuál sería el nivel de bienestar que uno de los hogares recibiría, si él decidiese participar en otra estrategia de subsistencia diferente a la actual, con la misma cantidad de activos productivos disponibles actualmente (Cuadro 12).

Cuadro 12.
Nivel promedio de bienestar estimado para los hogares
en cada estrategia. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

	Promedio estrategias de subsistencia							
	A		B		C		D	
Bienestar actual	253,88		252,46		251,96		184,04	
Bienestar estimado si hogares pertenecen a	Prom.	Error est.	Prom.	Error est.	Prom.	Error est.	Prom.	Error est.
Estrategia A	231,85	131,18	254,05	125,54	246,41	127,80	202,83	94,10
% cambio	(-9)		(1)		(-2)		(10)	
Estrategia B	214,40	169,76	236,09	97,53	202,35	126,70	169,58	82,65
% cambio	(-16)		(-06)		(-20)		(-8)	
Estrategia C	309,20	191,30	343,74	182,52	241,95	86,98	235,21	112,03
% cambio	(22)		(36)		(-4)		(28)	
Estrategia D	123,02	241,03	113,37	206,09	162,97	157,51	176,66	62,37
% cambio	(-52)		(-55)		(-35)		(-4)	

Fuente: Andrade, 2008.

Algunos de los resultados encontrados señalan que los hogares participando en una estrategia de diversificación tienen la posibilidad de especializarse en una sola actividad. Sin embargo, según el modelo, estos hogares podrían estar en mejores condiciones si se especializan en actividades no-agrícolas más no en actividades agropecuarias. Además, si este grupo de hogares decidiese especializarse en una sola actividad se vería más expuesto al riesgo de depender de una sola fuente de ingresos y acceder a las actividades no-agrícolas que generen altos niveles de bienestar son altamente restrictivas, únicamente hogares que posean un alto nivel de especialización en sus habilidades puede acceder en este sector, además de contar con una ventaja comparativa por su ubicación geográfica cercana a las poblaciones aledañas. Por otra parte, para este grupo en particular participar en la estrategia de trabajo asalariado fuera de la finca y autoconsumo agropecuario reduciría su nivel de bienestar actual en casi la mitad.

Esta clase de análisis permite entender de mejor manera el impacto que diversas políticas podrían tener en el nivel de bienestar de los hogares y en la toma de decisiones realizada por ellos. Además, es una herramienta que facilita la toma de decisiones y el diseño de estrategias que permitan mejorar las condiciones de vida de los hogares rurales y ayuden a reducir los altos niveles de riesgo de manera más eficiente.

3.4. CAMBIOS EN LAS POLÍTICAS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Una vez que el conjunto de herramientas está completo, es posible evaluar el impacto que existiría en el nivel de bienestar dependiendo del cambio que exista en varias políticas. Por ejemplo, se podría asumir que existe un cambio en la política de educación permitiendo que más hogares tengan acceso a la misma. Este incremento en el acceso a la educación es simulado únicamente para los hogares que tienen mayores probabilidades de obtener un nivel mayor de educación dado su presupuesto actual. Este cambio afectará primordialmente la selección de estrategias de subsistencia y posteriormente generará efectos en el nivel de bienestar.

Para poder identificar la población objetivo de la política a implementarse (el grupo de hogares con mayores probabilidades de acceder a altos niveles de educación) un modelo probabilista (logit) fue utilizado (Cuadro 13). Se asumió una inversión de USD 100 000 para incrementar el nivel educativo de los hogares, el costo anual de incrementar el nivel educativo de los hogares de primaria a secundaria fue estimado en USD 2 700⁹ anuales en la región.

9 Los costos de matrícula y pensión fueron estimados en un máximo de \$50 en colegios públicos de la región, los materiales de estudio necesarios y el transporte se estimó en \$350 y diversos gastos en \$50 por un año de estudios.

Cuadro 13.
Determinantes del acceso a educación.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Coefficientes
Alumbree	-9,91
p> z	(0,00)***
Miembros del hogar	1,74
p> z	(0,00)***
Niños pequeños	-1,74
p> z	(0,00)***
Niños mayores	-1,68
p> z	(0,00)***
Adultos	-0,99
p> z	(0,01)***
Ancianos	-1,56
p> z	(0,02)**
Educación jefe de familia	0,31
p> z	(0,00)***
Edad jefe de familia	0,16
p> z	(0,07)*
Edad al cuadrado	0,00
p> z	(0,15)
Educación esposa	0,31
p> z	(0,00)***
Edad esposa	-0,03
p> z	(0,35)
Edad esposa al cuadrado	0,00
p> z	(0,46)
Distancia Universidad	0,22
p> z	(0,01)***
Distancia mercados	-0,19
p> z	(0,09)*
Distancia escuelas	0,18
p> z	(0,35)
Distancia camino pavimentado	-0,29
p> z	(0,05)**
Superficie de la finca	0,02
p> z	(0,58)
Constante	-7,22
p> z	(0,00)***

Fuente: Andrade, 2008.

Variable dependiente: variable dummy cuando un miembro del hogar alcanzó educación secundaria o no.

Pseudo-R² 0.35 y 286 observaciones.

*** Significancia al menos 1%

** Significancia a un nivel menor al 5%

* Significancia a un nivel menor al 10%

Nota: Entre las variables niños pequeños y mayores, adultos y ancianos, los adolescentes son el grupo de comparación.

Bajo estos supuestos, un 13% de la población tiene una alta probabilidad de acceder a mejores niveles educativos. De este grupo, un tercio participa en actividades agropecuarias y similares porcentajes en actividades diversas y trabajo asalariado en otras fincas, un grupo reducido de estos hogares participa en actividades no-agrícolas (Cuadro 14).

Cuadro 14.
Porcentaje de hogares participando en las diversas estrategias de subsistencia. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Estrategia actual	Predicción de las estrategias				Hogares
	A	B	C	D	
Estrategia A	7	2	1	1	11
% cambio	(64)	(18)	(9)	(9)	(30)
Estrategia B	2	8	1	0	11
% cambio	(18)	(73)	(9)	(0)	(30)
Estrategia C	0	2	2	1	5
% cambio	(0)	(40)	(40)	(20)	(14)
Estrategia D	2	1	6	1	10
% cambio	(20)	(10)	(60)	(10)	(27)
Hogares	11	13	10	3	37
% cambio	(30)	(35)	(27)	(8)	(1,00)

Fuente: Andrade, 2008.

Nota: La presente tabla muestra en la columna final los hogares y su actual estrategia adaptada y en la fila final las estrategias estimadas en las que los hogares participarían después de cambiar los niveles de educación. La matriz muestra los hogares que mantuvieron su estrategia o los que decidieron cambiar después de la política implementada.

Después de implementar esta política gran parte de los hogares que participaban en trabajo asalariado en otras fincas cambió su estrategia. Mayores niveles de educación animaron a los hogares a participar en actividades no-agrícolas. Debido a este cambio en la selección de estrategias de subsistencia los niveles de bienestar incrementaron. Bajo las condiciones actuales, estos hogares con alta probabilidad de acceder a niveles mayores de educa-

ción tiene un nivel de bienestar anual per cápita de USD 195 (Cuadro 15), mientras que después de implementar la política de educación, su nivel de bienestar creció hasta USD 229, es decir en un 17% (Cuadro 15).

Proveyendo un más amplio acceso a educación afecta la selección de estrategias de subsistencia, principalmente para hogares que están participando en trabajos asalariados en otras fincas y además incrementa los niveles de bienestar de las familias significativamente.

Este mismo procedimiento puede ser utilizado para simular el nivel de impacto generado en el bienestar de los hogares debido a la implementación de diversas políticas, ayudando a mejorar la toma de decisiones, priorizar políticas a implementarse y reducir los niveles de riesgo de implementar políticas infructuosas, focalizando de esta forma las estrategias que ayudan a los hogares rurales.

Cuadro 15.
Cambio en el nivel de bienestar después de la política de educación.
Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Denominación	Bienestar actual Promedio	Bienestar estimado		% Cambio Promedio
		Promedio	Error estándar	
Población objetivo	195,19	228,77	92,22	39
% Cambio		(17)		
Estrategia A	214,73	278,92	123,90	59
% Cambio		(30)		
Estrategia B	217,27	232,00	83,11	19
% Cambio		(7)		
Estrategia C	196,80	222,67	73,12	20
% Cambio		(13)		
Estrategia D	148,60	173,09	29,22	49
% Cambio		(16)		

Fuente: Andrade, 2008.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este método multinomial logit es útil para los tomadores de decisiones ya que permite la oportunidad de simular otras posibles políticas que se podrían implementar. Por ejemplo, una política que mejora el acceso a educación fue simulada demostrando que este factor desplazaría a los hogares a participar en actividades productivas no-agrícolas y lejos de las actividades de trabajo asalariado en otras fincas. Estos resultados indican que la mayoría de los hogares afectados por la política alcanzarían mayores niveles de bienestar si estos decidiesen participar en actividades no-agrícolas. Sin embargo, hogares que deseen ingresar en estas estrategias requieren de un alto nivel de especialización o activos productivos que no son sencillos de adquirir, por lo tanto el acceso a estas estrategias se ve altamente restringido por las barreras existentes en la microcuenca. Estos cambios generan efectos positivos en el nivel de bienestar de los hogares. El beneficio de los hogares podría incrementar hasta en un total de USD 1 300 aproximadamente. Además, incrementando los niveles de educación puede ayudar a reducir los problemas ambientales, debido al mejor acceso a educación, los hogares se desplazarían del sector agrícola hacia actividades no-agrícolas. Esto reduciría la presión existente en los recursos naturales como el suelo, lo cual disminuiría los niveles de erosión y la explotación de áreas frágiles.

Es muy importante reducir las barreras que los hogares enfrentan para poder participar en actividades diferentes a la producción agropecuaria. Por ejemplo, hogares que desean participar en actividades no-agrícolas requieren de altos niveles de capital humano especialización (carpintería, cerrajería, etc.) y necesitan grandes cantidades de capital financiero como inversión inicial. Sin embargo, no existen suficientes fuentes de financiamiento crediticio formal en el sector rural debido al alto costo de dichas transacciones y sus servicios.

El modelo multinomial predice correctamente la selección de estrategias de subsistencia la mitad de las veces. Este modelo podría ser mejorado con variables de mejor calidad y mayor información como en la variable de capital social, variables que describan las características de cada una de las estrategias, habilidades necesarias, esfuerzo necesario, las mismas que se pueden utilizar en un modelo logit mixto el cual combina los modelos

probabilístico condicionales y multinomial. Mejores variables que midan el acceso al capital financiero y sus niveles pueden mejorar los resultados encontrados, ya que la variable de crédito, no se muestra como un factor para la selección de estrategias de subsistencia, lo cual no concuerda mucho con la realidad, cuestionándonos sobre la veracidad de los resultados encontrados. El rol que las mujeres tienen en la participación y selección de estrategias de subsistencia debe ser capturado de mejor manera, así como la información acerca de redes de migración y los roles sociales de la confianza entre los hogares y con los técnicos.

La medida utilizada para determinar el nivel de bienestar fue los gastos de consumo. Sin embargo, el conjunto de observaciones recopiladas exhibía varias debilidades. Por ejemplo, algunas categorías de consumo fueron excluidas durante el proceso de recolección de datos, como niveles de autoconsumo de productos pecuarios. Es críticamente importante que las mediciones de las variables contengan la mayor cantidad de información en posibles gastos de consumo. También es necesario considerar una mayor cantidad de variables que determinan bienestar como el acceso a bienes públicos, características sociales y capital humano como habilidades especializadas.

Finalmente, es muy importante mejorar la estimación de las políticas a ser implementadas de manera que los beneficios alcanzados por la población sean más exactos y provean mejores decisiones acertadas. Además, es posible estimar el cambio que una combinación de políticas podría tener en el nivel de bienestar para los hogares y ayudar a los tomadores de decisiones a contar con una mayor diversidad de herramientas que les permitan maximizar los escasos recursos que existen para mejorar las condiciones de vida de la población.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Aldenderfer, M. y Blashfield, R. 1984. *Cluster Analysis; Series: Quantitative Applications in the Social Science*. Beverly Hills: SAGE University Paper.
- Andrade, R. 2008. *Household Assets, Livelihood Decisions and Well-being in Chimbo Ecuador*. MSc. Thesis, Department of Agriculture and Applied Economics, Virginia Tech.

- BCE. 2007. *Estadísticas macroeconómicas del 2007*. Banco Central del Ecuador.
- BM. 2005. *Criterios de identificación de las estrategias de subsistencia*. Banco Mundial.
- 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*. Mimeo, Guaranda, Ecuador.
- Barrett, C.; Reardon, T. y Webb, P. 2001. *Nonfarm Income Diversification y Household Livelihood Strategies in Rural Africa: Concepts, Dynamics, y Policy Implications*. Food Policy 26, 315-331.
- Bebbington, A. 1999. *Capitals y Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods y Poverty*. World Development 27, 12, 2021-2044.
- Bebbington, A. 1997. *Social Capital y Rural Intensification: Local Organizations y Islands of Sustainability in the Rural Andes*. The Geographical Journal Environmental Transformation in Developing Countries 163, 2, 189-197.
- Bernhardt, K.; Allen, J y Helmers, G. 1996. *Using Cluster Analysis to classify farms for conventional/alternative systems research*. Review of Agricultural Economics 18, 4, 599-611.
- Borooah, V. 2001. *Logit y Probit, Ordered y Multinomial models*. Thousand Oaks: Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences.
- Bourguignon, F.; Fournier, M. y Gurgand, M. 2007. *Selection Bias Corrections Based on the Multinomial Logit Model: Monte Carlo Comparisons*. Journal of Economic Surveys 21, 1.
- Cameron, A. y Trivedi, P. 2005. *Microeconometrics: Methods y Applications*. New York: Cambridge University Pres.
- Chambers, R. 1995. *Poverty y Livelihoods: Whose Reality Counts?* Environment y Urbanization 7, 173.
- Dahl, G. 2002. *Mobility y the return to education: Testing a Roy model with multiple markets*. Econometrica 70, 6, 2367-2420.
- Demaris, A. 1992. *Logit Modeling: Practical Applications*. Newbury Park: Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences.
- Dubin, J. y McFadden, D. 1984. *¿An econometric analysis of residential electric appliance holdings y consumption*. Econometrica 52, 2, 345-357.
- Ellis, F.; Kutengule, M. y Nyasulu, A. 2003. *Livelihoods y Rural Poverty Reduction in Malawi*. World Development 31, 19, 1495-1510.
- Everitt, B. 1993. *Cluster Analysis*. New York: Edward Arnold A Division of Hodder & Stoughton, Third Edition.
- Greene, W. 2000. *Econometric Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, Fourth Edition.
- INEC. 2001. *VI Censo de Población y V de Vivienda*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Lanjouw, P. 2001. *Nonfarm Employment y Poverty in Rural El Salvador*. World Development 29, 3, 529-547.

- Lanjouw, P. 1999. *Rural Nonagricultural Employment y Poverty in Ecuador*. *Economic Development y Cultural Change* 48, 1, 91-122.
- Lee, L. 1983. *Generalized econometric models with selectivity*. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 52, 2, 507-575.
- Liao, T. 1994. *Interpreting Probability Models: Logit, Probit, y other Generalized Linear Models*. Thousand Oaks: Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences.
- Meyer, B. y Sullivan, J. 2003. *Measuring the Well-Being of the Poor Using Income y Consumption*. *The Journal of Human Resources Special Issue on Income Volatility y Implications for Food Assistance Programs* 38, 1180-1220.
- Ravallion, M. 2003. *Measuring Aggregate Welfare in Developing Countries: How Well Do National Accounts y Survey Agree?*. *The Review of Economics y Statistics* 85, 3, 645-652: MIT Press.
- Rosenberg, A. y Turvey, C. 1991. *Identifying Management Profiles of Ontario Swine Producers Through Cluster Analysis*. *Review of Agricultural Economics* 13, 2, 201-213.
- Taylor, E. y Yunez-Naude, A. 2000. *The Returns From Schooling in a Diversified Rural Economy*. *American Journal of Agricultural Economics* 82, 287-297.
- Train, K. 2002. *Discrete Choice with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- United Nations. 2006. *The millennium development goals report*. New York: DESA-UN.
- Ward, H. 1963. *Hierarchical Grouping to Optimize y Objective Function*. *Journal of the American Statistical Association* 58, 301, 236-244.
- Winters, P.; Corral, L y Gordillo, G. 2001. *Rural livelihood strategies y social capital in Latin America: Implications for rural development projects*. University of New England: Graduate School of Agricultural y Resource Economics y School of Economics 2001, 6.
- Winters, P.; Davis, B. y Corral, L. 2002. *Assets, activities y income generation in rural Mexico: factoring in social y public capital*. *Agricultural Economics* 27, 139-156.
- World Bank. 2000. *Agriculture y Achieving the Millennium Development Goals*. The World Bank Agriculture y Rural Development, Washington D.C.
- World Bank. 2001. *World Bank Report 2000/2001 Attacking Poverty: Opportunity, Empowerment y Security*. The World Bank, Washington D.C.

Análisis de la institucionalidad para el uso y manejo del agua en la subcuenca del río Chimbo

RESUMEN

Las instituciones determinan las reglas de juego en las sociedades y afectan el comportamiento de los individuos y organizaciones en todas las fases de la vida. *Gestión Integrada de Cuencas* no es una excepción. Para comprender cómo los individuos definen, utilizan y conservan los recursos naturales, y planifican las intervenciones con éxito sobre la conservación de la biodiversidad, es esencial que el panorama institucional sea tratado con tanto cuidado como los ecológicos. Como resultado de una serie de entrevistas, la revisión de la institucionalidad del agua y la revisión de la Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, se identificaron dos problemas principales que inciden sobre la gestión de la subcuenca del río Chimbo: *la descentralización y la complejidad institucional*. Los resultados señalan que se dispone de una nueva constitución y nuevos marcos jurídicos e institucionales basados en la descentralización, modernización y privatización que pretenden reordenar las funciones de los organismos públicos en el Ecuador. Esto ha dejado al gobierno central, una dirección clara para la formulación y aplicación de políticas alrededor del agua. Por otro lado, se ha puesto en evidencia que OGs, ONGs y el sector privado tienen proyectos, programas y planes en las cuencas hidrográficas en todo el país, sin embargo, no hay comunicación para la planificación y ejecución de estos. Para la gestión de la subcuenca del río Chimbo, se recomienda mejorar la eficacia institucional y direccionar la política local, a fin de fortalecer la colaboración institucional, lo que representa que la política local tendrá que ser abordada, independientemente de lo frustrante que puede ser.

Palabras clave: Ley Orgánica de Recursos Hídricos; Nueva Constitución; Gestión Integrada de Cuencas; colaboración institucional; política local.

I. INTRODUCCIÓN

Dada la crisis inminente del agua que amenaza la mayor parte del mundo y el conocimiento creciente de que la fuente más importante de la vida es cada vez más escasa hoy día, los conflictos por el acceso y uso del agua son cada vez más probables (Trawick, 2005). Hardin (1968), escribió acerca de la inevitabilidad de esos conflictos en su ensayo influyente, *La Tragedia de los Comunes*, señalando cómo el acceso libre y la demanda sin restricciones para un recurso finito, finalmente condena el recurso a través de la sobre explotación (Trawick, 2003). Esto ocurre porque los beneficios de explotación se acumulan a los individuos, cada uno de los cuales está motivado para maximizar su propio uso de los recursos, mientras que los costos de explotación se distribuyen entre todos aquellos a los que el recurso está disponible. Hardin ofrece dos soluciones para gestionar los bienes comunes: el primero requiere control y mando estatal, mientras que el segundo sugiere dejar a la “mano invisible” del mercado.

En América Latina, la mayoría de los países intentaron la primera solución de Hardin, y tuvieron poco éxito en la eliminación de los síntomas de la tragedia: pérdida, robo de agua, corrupción y conflictos (Trawick, 2003). La segunda solución, por lo tanto ha cobrado impulso en los últimos años en los Andes y en otros lugares, sugiriendo que los gobiernos de turno dejen la responsabilidad del manejo del agua a las organizaciones comunitarias y salgan totalmente del negocio del agua. La privatización es fundamental para esta transición y se consideró necesaria para aumentar la eficiencia del uso del agua y la productividad, con reformas propuestas que promuevan la transferibilidad y comercialización de agua de modo que se pueda utilizar cuando los beneficios marginales sean más altos. El Banco Mundial es uno de los más fuertes promotores de la descentralización, privatizando los sistemas de gestión del agua en América Latina basado en el Código de Aguas de Chile de 1981. Este simple proyecto de ley, aplicado durante el régimen de Pinochet, es la única ley en el mundo que no impone ningún requisito ni restricción alguna sobre el uso de agua (Trawick, 2003). La ley ha sido adaptada para ajustarse a una serie de países andinos, y claramente se puede experimentar los efectos de la privatización y la descentralización en el Ecuador.

Boelens y Zwarteveen (2005), identificaron dos defectos fundamentales en el enfoque neoliberal de la gestión del agua en los Andes. En primer lugar, que vincula automáticamente los derechos de agua a los mercados de agua, como si los dos fueran inseparables. Argumentan que la mayoría de los beneficios atribuidos a los mercados de agua se logrará mediante la prestación de seguridad de la tenencia, independientemente de si los derechos de agua son objeto de comercio o transferencia. En segundo lugar, se asume que la seguridad de tenencia sólo se puede lograr por medio de los derechos de agua privados. Ellos muestran que esto es totalmente falso desde la perspectiva de los campesinos andinos y los usuarios de agua indígenas, cuya seguridad del agua era generalmente más baja en los períodos de la privatización. Ellos defienden una mayor consideración del contexto y las propiedades de los Andes localmente arraigadas en los sistemas de control de aguas para comprender mejor la eficiencia del uso del agua y la productividad.

Asimismo, Trawick (2003) muestra el problema de reproducir el Código de Aguas de Chile en los Andes, pidiendo una solución a los problemas del agua en los Andes que podría ser utilizado para crear un verdadero sistema comunal de propiedad y autogestión en los lugares donde “la capacidad de gobernar los campos comunales con éxito se ha perdido, uno donde el libre acceso es desalentado fuertemente y donde hay poco o ningún peligro de que la tragedia de los comunes alguna vez tendrá lugar”. Legislación que simplemente reconoce los derechos de agua existentes, sin imponer ninguna condición sobre el uso y sin mantener los principios o procedimientos para la clarificación de tales derechos, lo que daría lugar al fracaso.

Boelens (2005) y Boelens *et al.* (2005), refutan la ley chilena a través de un cuidadoso análisis de la relación entre los sistemas locales de derechos y la legislación oficial, y la forma en que ambas configuran y son configuradas por los demás. Los autores sostienen que la institucionalización de esta relación mutua a través de leyes especiales o leyes duales no resuelve la relación conflictiva de por sí entre el derecho oficial y los sistemas locales de normativas. Mediante la vinculación de la modernidad, la eficiencia y la civilización a la privatización, las propuestas actuales de agua están arraigadas en una tradición de siglos de pensamiento de la ilustración occidental (Boelens y Zwarteveen, 2005). Este enfoque neoliberal es epistemológica-

mente positivista y está basado en la objetividad, ignorando la conexión entre el poder y conocimiento. Irónicamente, muchos conocimientos sobre el agua están escritos desde la perspectiva de los que se consideran en el control, y los modelos teóricos acerca de cómo se llegó a la eficiencia del agua rara vez son puestos a través del método deductivo. Se promueve la externalización de los derechos de agua, lo que sugiere que no debía ser la de la tierra, comunidad o territorio para permitir la competencia y mejorar el libre comercio de agua a sus usos más productivos.

En los Andes, esta lógica positivista no se sostiene. Narraciones en contra están surgiendo para refutar la sabiduría convencional, al reconocer que los usos de agua existentes y las formas de distribución y gestión de sistemas de riego campesinos e indígenas en los Andes son locales, integrados y contexto específico (Cremers *et al.*, 2005). Existen numerosos derechos de agua indígenas y colectivos y las estructuras de gestión de riego en los Andes, que han evolucionado y seguirán evolucionando en el tiempo los procesos históricos de las inversiones colectivas en la infraestructura y la lucha común contra los intrusos.

Las autoridades estatales usualmente ignoran los modelos indígenas de gestión de los recursos, no sólo por la supuesta superioridad de las formas y organización de la cultura occidental “moderna”, sino porque los que detentan el poder y las culturas dominantes de estos países consideran a los pueblos indígenas como racial y culturalmente inferior. Uno debe reconocer la subjetividad, la estructura de poder y otras fuerzas que forma el uso del agua en los Andes. Teniendo en cuenta la desigualdad desenfrenada entre los países andinos, la privatización es probable que beneficie a unos pocos poderosos mucho más que a la impotencia de otros. Una visión alterna del uso del agua en los Andes no sólo arroja luz sobre la desigualdad y la discriminación étnica, sino también la desigualdad de género que afecta negativamente a las mujeres mucho más que a los hombres (Dávila-Poblete y Nieves Rico, 2005; Zwarteveen y Bennet, 2005; Bastidas, 2005).

Desde esta perspectiva, el problema de la disponibilidad de agua en los Andes es relevante y serio, aunque muy complejo y polémico. Existen preocupaciones sobre el uso eficiente para la agricultura, incrementando la demanda en las zonas urbanas por agua no contaminada, y las presiones para

lograr el desarrollo sostenible, es decir, la necesidad de que los residentes pobres mejoren sus medios de vida sin comprometer el ambiente. En este sentido, no se debe olvidar que la media de consumo de agua en los países en desarrollo es apenas de tres litros diarios, frente a los 147 litros diarios que consumen los occidentales.

Se ha descubierto, al igual que otros (Boelens *et al.*, 2005), que en los Andes existe un pluralismo jurídico en donde muchas comunidades reconocen las leyes estatales y las instituciones oficiales, incluso hacen referencia a ellos en una acción judicial, pero también tienen sus propios marcos jurídicos igualmente pertinentes basados en las tradiciones comunales, las costumbres y los derechos que se han institucionalizado durante siglos.

De acuerdo al nuevo marco jurídico del país, el agua se constituye en un sector estratégico de decisión y control exclusivo del Estado. Su gestión se orienta al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Corresponde al Estado administrar, regular y gestionar este sector, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Para garantía de los derechos y conservación de los recursos hídricos, es de prioridad nacional e interés público la gestión integrada, comunitaria, asociada y participativa del agua con instituciones públicas, privadas, comunitarias y organizaciones de usuarios, a través del manejo integrado y descentralizado de las cuencas y subcuencas hidrográficas, de conformidad con lo establecido en las normas constitucionales y legales (SENAGUA, 2009).

Considerando este nuevo escenario jurídico del país y en el afán de contribuir con la *Gestión Integrada de la Subcuenca del río Chimbo*¹⁰, el presente estudio se planteó con el propósito de identificar los problemas principales que inciden sobre la gestión del agua en la subcuenca, dando énfasis al tema de las instituciones formales e informales que promueven la gestión del agua y el ámbito de la nueva constitución y los nuevos marcos jurídicos e institucionales del agua basados en la descentralización, la modernización

10 La Subcuenca del río Chimbo, se corresponde con la denominación de “Subcuenca 06, Río Babahoyo-Milagro, Microcuenca 02 Río Guaranda (Microcuenca del Río Ilanguma) y Microcuenca 14 Río de Alumbre”.

y la privatización que han reordenado las funciones de los organismos públicos en el Ecuador.

II. METODOLOGÍA

Este estudio tuvo una duración de aproximadamente dos años, investigando principalmente el tema del agua, el manejo de cuencas en los Andes y la institucionalidad del agua en Ecuador y la subcuenca del río Chimbo. Se realizó una revisión del marco jurídico legal a nivel nacional (Constitución de la República del Ecuador y Secretaría Nacional del Agua -SENAGUA) y a nivel de las organizaciones comunitarias presentes en las microcuencas de los ríos Illangama, Guaranda y Alumbre, vinculadas con el recurso agua. Esto incluyó un estudio cualitativo y cuantitativo completo de cómo se gestiona el agua de la subcuenca del río Chimbo.

2.1. LÍNEA DE BASE DE DATOS

Durante estos últimos dos años se realizó una revisión de la literatura pormenorizada para obtener una comprensión más clara del agua y el manejo de cuencas en los Andes. Se revisaron datos cualitativos y cuantitativos para determinar cómo se usa el agua, cómo se gestiona y cómo se conserva. Asimismo, se examinaron una serie de artículos sobre las instituciones y su impacto en el agua y la gestión de cuencas hidrográficas. Véase la bibliografía anotada para una descripción detallada de los distintos análisis revisados en la toma de datos de referencia.

2.2. ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS

Para el tema de la institucionalidad del agua se realizaron una serie de entrevistas semi-estructuradas con representantes de diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y con agricultores locales. La mayoría de entrevistas duraron alrededor de una hora, aunque el mayor tiempo se utilizó en entrevistar a informantes claves de los organismos importantes como la SENAGUA antiguo Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y los foros nacionales y locales de agua. El propósito de las entrevistas era aprender más acerca del agua y las cuencas hidrográficas en

el Ecuador, y específicamente lo que cada organización estaba haciendo o planeaba realizar en la subcuenca del río Chimbo. En Guaranda y Chillanes, se tomó contacto con representantes de diversas organizaciones locales.

En total, durante dos años de ejecución del estudio, fue posible mantener reuniones con los representantes de las siguientes organizaciones: INIAP-Central, Santa Catalina y Guaranda; Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP); Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (SIGAGRO); Ministerio del Ambiente (MAE); SENAGUA-Central y Bolívar; Fundación EcoPar; Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos (ECOCIENCIA), Universidad Estatal de Bolívar (UEB), Gobierno Provincial de Bolívar (GPB); AGROCALIDAD; Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador (CONCOPE); **Centro de Investigación Multidisciplinaria y de Facilitación del Desarrollo** (CIMUF); Consorcio CAMAREN; Agencia de Desarrollo de los Estados Unidos (USAID); Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP); Cooperativa de Desarrollo (CODESAROLLO); Foro del Agua de Bolívar; y los agricultores locales.

2.3. TALLERES Y DIAGNÓSTICO RÁPIDO PARTICIPATIVO

Conjuntamente con la SENAGUA, se organizaron tres talleres dirigidos a los usuarios, concesionarios, miembros de las juntas, directorios de agua y a las comunidades en general. Los talleres se realizaron en las microcuencas de los ríos Illangama, Guaranda y Alumbre y se plantearon dos objetivos específicos: el primero, orientado a socializar y discutir el nuevo Proyecto de Ley Orgánica de los Recursos Hídricos y la reestructuración del órgano rector del agua a nivel nacional, SENAGUA; y el segundo, la realización de un Diagnóstico Rápido Participativo para conocer el tejido social (las organizaciones comunitarias), generado alrededor del recurso agua para su administración y compilar información sobre la existencia y reconocimiento de normas y reglamentos internos que regulen la participación de los usuarios y concesionarios dentro de las organizaciones para el uso del agua.

2.4. DEPURACIÓN Y ANÁLISIS DE BASES DE DATOS DE SENAGUA

En la misma línea de obtener la mayor cantidad de información posible alrededor de los usuarios, concesionarios, miembros de las juntas y direc-

torios de agua, conjuntamente con el personal de SENAGUA, localizado en la ciudad de Guaranda, se depuró y se analizó la base de datos que ellos poseían sobre las instituciones relevantes en el manejo y administración del agua en la subcuenca del río Chimbo.

Una fortaleza del estudio es que se tuvo el diálogo constante con las comunidades que usan y manejan el agua en la subcuenca, principalmente con aquellas localizadas en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CHIMBO

Como resultado de una serie de entrevistas formales e informales, se identificaron dos aspectos de primordial importancia con respecto a los impactos institucionales sobre la gestión de la subcuenca del río Chimbo: *la descentralización y la complejidad institucional*. También se identificaron cinco aspectos que no son técnicos pero que se deberían explorar y considerar más cuidadosamente cuando se realice la Planificación Participativa de la Subcuenca: *falta de agua de riego, reforestación, participación, género y migración*.

3.1.1. Descentralización

Una nueva constitución y nuevos marcos jurídicos e institucionales basados en la descentralización, modernización y privatización han cambiado seriamente las funciones de los organismos públicos en el Ecuador. En casi todas las reuniones con los organismos del gobierno se remarcó que la descentralización era un intento del país para mejorar la eficiencia del gobierno a través de la entrega de varias funciones, responsabilidades y recursos financieros a los órganos de los gobiernos locales. Sin embargo, era evidente que esto iba a dejar al gobierno central, sin una dirección clara para la formulación y aplicación de las políticas sobre el recurso agua. Además, los organismos regionales no tenían la capacidad para planificar y aplicar con eficacia las políticas sobre el agua.

Dada la necesidad del agua para mejorar la productividad agrícola y la conservación de la biodiversidad, esta investigación se centró en las políticas del agua y se pudo corroborar que antes de 1994 toda la gestión del agua fue centralizada y dominada por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI). Durante la fase de la descentralización, las tareas del Estado se dividieron en regiones y el INERHI fue sustituido por un órgano de nueva creación conocido como el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Este organismo era oficialmente autónomo del Estado, sin embargo, estaba regido por una junta de representantes de cinco organismos estatales: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Desarrollo Urbano y el Palacio Presidencial.

El CNRH fue creado para ser la autoridad oficial del estado con reglamentación en todos los temas del agua, incluida la *Gestión de Cuenas Hidrográficas* y los derechos de agua. Al mismo tiempo, todas las inversiones en infraestructura hidráulica para el mantenimiento de los sistemas estatales de riego fue dada a las nueve corporaciones privadas de desarrollo regional; la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE), era la responsable de la Provincia de Bolívar. Sin embargo, ni las funciones, ni los límites de la CNRH o las corporaciones, estaban claramente definidas y reconocidas, creando conflictos territoriales sobre las políticas del agua. Mientras el CNRH requería determinación política para que las organizaciones locales de gestión del agua prosperen y crezcan, las leyes y políticas de descentralización debilitaban su posición central incluso más allá de lo pensado y crearon “una situación de caos institucional” (Cremers *et al.*, 2005).

En la provincia de Bolívar, esto fue particularmente frustrante para los gobiernos locales y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajaban en temas de agua. CEDEGE se encontraba en Guayaquil y era responsable tanto de las provincias del Guayas, Los Ríos y Bolívar. Guayas es la provincia más rica del país a donde se canalizaba todo el apoyo y por lo tanto, CEDEGE tenía poco o ningún interés en la provincia de Bolívar, ya que todo el dinero y el poder estaban en Guayas; sin embargo, las organizaciones que trabajaban en la provincia de Bolívar debían incluir a CEDEGE en todos los proyectos de agua. Se pudo establecer que cuando

los proyectos demostraban el potencial de beneficios económicos para las organizaciones involucradas en la planificación y ejecución, CEDEGE (a quien se referían en numerosas ocasiones como “el monstruo”), exigía a que se le incluya debido a su posición oficialmente reconocida como la institución que manejaba la infraestructura del agua del Estado ecuatoriano. Este es un ejemplo de las muchas disputas institucionales que surgieron de las políticas de descentralización del Estado.

Irónicamente, aunque el Estado ecuatoriano había adoptado el discurso internacional de la descentralización, el CNRH parecía decidido a tratar de recuperar la gestión del sistema. Se reconocía que carecía de la capacidad y el personal para llevar a cabo actividades de la gestión del agua y que más bien debía dejar esta cuestión a las autoridades regionales, como los Gobiernos Provinciales. Sin embargo, parecía que la intención era el control centralizado sobre el poder de decisión y autoridad para establecer las reglas del juego. Esto fue evidente establecer en las conversaciones que se mantuvo con los representantes del CNRH directamente, y se señalaba en las discusiones con otros organismos. Las comunidades campesinas e indígenas, por otra parte, veían al CNRH de otra forma. Por ejemplo, Boelens (2005) encontró que después de tantos años de lucha en las comunidades campesinas e indígenas de Licto, los que manejaban y usaban el agua estaban firmemente decididos a no renunciar a sus reglas, derechos y autoridad sobre el agua. Este es uno de los varios relatos de conflicto que afectaban y afectan a la gestión del agua en el Ecuador.

En la actualidad, los temas sobre el recurso agua y/o la Gestión de Cuencas Hidrográficas le competen oficialmente a la SENAGUA¹¹, que dentro del *Proyecto de la Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, Uso y Aprovecha-*

11 La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) tiene la finalidad de conducir y regir los procesos de gestión de los recursos hídricos nacionales de una manera integrada y sustentable en los ámbitos de cuencas hidrográficas. Fue creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro Oficial N° 346. De acuerdo al Decreto Ejecutivo de creación de la SENAGUA, se adscribe el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Esta Secretaría Nacional, creada a nivel ministerial, reemplaza al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pero a partir de los principios modernos de la gestión que requieren establecer sistemas que separen las competencias que se refieren a la rectoría y formulación de políticas, de aquellas de investigación y participación social.

miento del Agua, le han asignado competencias como órgano rector del recurso agua en el país para la gestión integrada de los sistemas hidrográficos, además la responsabilidad de manejar las áreas de recarga hídrica y exigir la realización de estudios de impacto ambiental y planes de manejo y mitigación de los impactos ambientales. También trabajar con las comunidades para generar comités de administración, veeduría y gestión en el manejo y conservación del recurso agua.

A nivel de las comunidades, se han formado directorios de regantes quienes han generado sus estatutos que la SENAGUA aprueba para su gestión. La SENAGUA en la actualidad, es una institución que necesita ser dotada con la infraestructura necesaria y capacitar a sus técnicos para regir adecuadamente el destino del recurso agua en el Ecuador. Pese a que en el Proyecto de Ley Orgánica de los Recursos Hídricos se establece que la administración y gestión del agua estará a cargo de una sola entidad (Art. 318, Art. 412), todavía esta no ha sido aprobado por el poder legislativo, quien se encuentra recabando criterios que ayuden a consolidar estas leyes y reglamentos. Una breve discusión sobre estas leyes se presenta en un acápite posterior de este estudio.

La tabla de Cremers *et al.* (2005) pone de relieve los efectos de la descentralización en el Ecuador. En la presente investigación se encontró la siguiente figura, para ser más precisos con las relaciones institucionales.

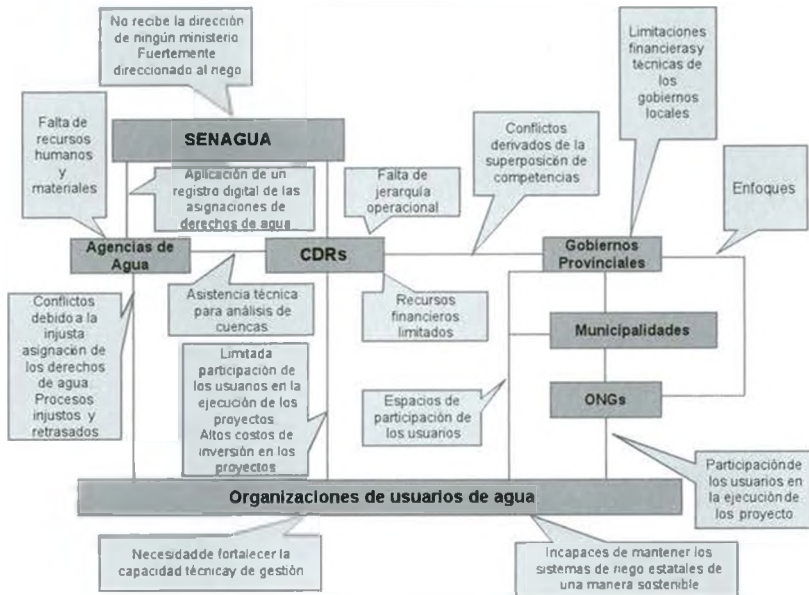


Figura1. Relaciones institucionales y limitaciones en la gestión actual del recurso agua en Ecuador.

3.1.2. Complejidad institucional

La complejidad institucional ha alcanzado nuevas alturas en Ecuador. Los organismos gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado tienen proyectos en las cuencas hidrográficas en todo el país; sin embargo, en la práctica no hay comunicación o cooperación en la planificación o ejecución de estos proyectos. La falta de colaboración intra-gubernamental es especialmente preocupante, en particular cuando las oficinas de las agencias se encuentran en el mismo edificio. Por ejemplo, aunque la SENAGUA tenía un plan elaborado y detallado para la Gestión Integrada de Cuencas, algunos de los ministerios, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, indicaban que solamente habían oído hablar del plan, pero que nunca este se había socializado. Por otro lado, si estas instituciones tenían proyectos y programas en la línea de Gestión Integrada de Cuencas y/o manejo y uso del agua, estos hacían caso omiso de la rectoría del agua que le correspondía a la SENAGUA, utilizando la re-

tórica de la escasez de recursos financieros y recursos humanos disponibles para llevar efectivamente estos planes o programas.

A nivel local, se encontró que la política local estaba interfiriendo en la capacidad de las instituciones y organizaciones a unirse para lograr una meta común. Por ejemplo, la UEB y el GPB colaboraban para crear un plan para la reforestación en la subcuenca del río Chimbo. Al mismo tiempo, el FEPP tenía un plan de reforestación muy similar en relación con el Gobierno Municipal de Guaranda. Ningún grupo era consciente del plan del otro grupo, ni tampoco parecían interesados en trabajar juntos para realizar sus respectivos proyectos.

Se pudo observar que hay dos problemas básicos con esta falta de cooperación institucional. En primer lugar, una serie de entidades gubernamentales y no gubernamentales están luchando por la consecución de recursos y están creando una competencia innecesaria por estos recursos, principalmente financieros, que de por sí ya son muy escasos. Una agenda unificada, de colaboración, haría cada vez más probable que las intervenciones sean financiadas con una buena cantidad de recursos financieros, capaz que cada institución pueda acceder a esos recursos para ejecutar las actividades que a cada uno le compete. En segundo lugar, los pobladores de las partes interesadas pueden terminar de ver una serie de programas diferentes que entran en conflicto con sus propios derechos locales y los sistemas normativos. Por ejemplo, la reforestación es el discurso dominante en la subcuenca del río Chimbo; sin embargo, las diferentes organizaciones tienen diferentes agendas de cómo la reforestación debe realizarse. Una agenda consolidada que incluya la participación activa reduciría al mínimo disputas locales en las futuras intervenciones.

En el pasado, un intento de crear un foro común para la *Gestión de Cuencas Hidrográficas* era la creación del Consorcio CAMAREN. La mayoría de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con interés en el agua o la gestión de cuencas pertenecían al Consorcio. Sin embargo, el Consorcio está actualmente limitado al intercambio de información, ya que carece de autoridad para regular las cuencas hidrográficas o de la gestión del agua, los derechos y el uso. En la actualidad esto pertenece oficialmente a la SENAGUA, aunque los miembros de CAMAREN no parecen estar

dispuestos a renunciar a su autoridad reguladora, que nunca la tuvieron. No obstante, se considera que la creación de un Consorcio, liderado por SENAGUA, es un paso muy positivo hacia una amplia colaboración, y tendría un ámbito regional en todas las provincias, incluyendo Bolívar.

En la Figura 2 se ilustra el entorno institucional complejo y la gestión del agua alrededor de la subcuenca del río Chimbo. Cada institución afirma tener planes, programas o proyectos en alguna parte de la subcuenca. Se incluye en esta figura a las organizaciones formales como SENAGUA, que consiste en una serie de instituciones internas que dan forma a sus “reglas del juego”, así como las instituciones informales, tales como la estructura familiar y las tradiciones comunales.

En conversaciones con los agricultores locales, se les preguntó si estaban familiarizados con algunas de las organizaciones que constan en la figura. La mayoría estaban familiarizados con las organizaciones de Estado que tenían representación local, como el INIAP, SENAGUA y MAGAP, a pesar de que se referían con mayor frecuencia sobre las ONGs que han puesto en marcha proyectos en sus comunidades (Figura 2).

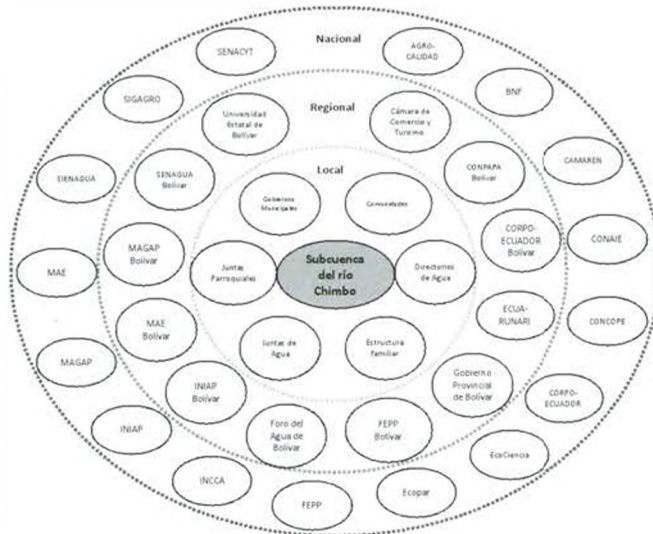


Figura 2. Instituciones y organización que tienen que ver con el agua y la agricultura a diferentes niveles de análisis. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

La Figura 2 es un resumen rápido y complejo de las organizaciones y las instituciones basadas en la información que se pudo tener en las entrevistas con los actores del agua. La lista está basada en las instituciones y organizaciones que tienen que ver principalmente con la agricultura y el agua, pero hay muchas otras instituciones y organizaciones trabajando en temas socio-económicos que no están incluidas. El propósito de la figura no fue incluir a todos los organismos que afectan a la gestión de la subcuenca, sino para ilustrar visualmente que existen una gama amplia de proyectos, programas y planes, que pueden entrar en colaboración y comunicación, capaces de beneficiar eficientemente a las comunidades locales.

Con respecto al capital Social comunitario y la institucionalidad de las organizaciones en el manejo y uso del agua en la subcuenca del río Chimbo, cabe señalar que es muy fragmentado, no existe coordinación entre organizaciones y existen graves conflictos en torno al recurso agua. Solamente en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, existen 32 organizaciones de las cuales únicamente el 19% dispone de vida jurídica; en cambio, el 81% no dispone de vida jurídica (Cuadro 1). Esta mayoría de las concesiones que no tienen vida jurídica, carecen de estatutos para su manejo interno y se rigen por acuerdos y compromisos que los toman en las reuniones que convocan en un período que varía de acuerdo a las circunstancias y necesidades.

Cuadro 1.
Capital Social comunitario en el manejo del agua de la subcuenca del río Chimbo. Provincia de Bolívar-Ecuador, 2009.

Microcuenca	No. Organizaciones	No. Regantes	Vida jurídica (%)	
			Disponen	No disponen
Illangama	23	5 205	26	74
Alumbre	9	850	0	100
Total	32	6 055	19	81

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

Los usuarios de las concesiones de agua difieren notablemente en cuanto al conocimiento sobre el manejo y protección de los ecosistemas, zonas de recarga hídrica y el capital natural. Por ejemplo, los usuarios de la parte alta, que pertenecen a la microcuenca del río Illangama, tienen un conocimiento más avanzado en lo que se refiere a la protección del páramo y las vertientes de agua y realizan algunas acciones con este propósito, mientras que en la zona media de la subcuenca y en la microcuenca del río Alumbre, no se nota un verdadero interés por proteger este valioso recurso.

Para las instituciones que tienen como responsabilidad el manejo del agua de la subcuenca del río Chimbo, la información obtenida en este estudio les permitirá conocer las organizaciones con las cuales es posible iniciar el *Plan de Manejo de la Subcuenca* y las políticas y leyes que rigen el uso y aprovechamiento del agua. Hoy en día, varias de estas organizaciones son parte de la *Planificación Participativa de la Subcuenca*, conjuntamente con el Gobierno Provincial de Bolívar, las cuales se han involucrado en el proceso, a través de acciones como asistencia técnica y la capacitación en el uso y manejo del agua, principalmente.

3.2. ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO LEGAL SOBRE EL RECURSO AGUA SUSTENTADO EN LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Los resultados del estudio muestran que acorde a la Constitución de la República del Ecuador, *el agua se constituye en un patrimonio nacional estratégico de uso público y un derecho fundamental para todos los ciudadanos para disponerla en forma segura y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas*. Sin embargo, como producto de su uso para las diversas actividades humanas y el aumento de la población, cada día existe una mayor presión sobre este recurso y un incremento de la contaminación de las fuentes de agua. Por otro lado, el Estado ecuatoriano pretende promover y garantizar el manejo y conservación de los recursos hídricos y el capital Natural en general, mediante la *Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas* como base del desarrollo sostenible de la población. La SENAGUA, ha sido designada como el organismo rector del agua; sin embargo, deberá capacitar adecuadamente a su capital Humano para abordar los nuevos retos que

enmarca la nueva ley, como la *Gestión Integrada de las Cuencas Hidrográficas*, la participación de las comunidades para la administración del uso de las concesiones, la distribución equitativa y especialistas para generar balances hídricos sobre los cuales se realice las nuevas concesiones, respetando los caudales ecológicos, entre otros aspectos.

Si bien, la Constitución de la República del Ecuador y el Proyecto de Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, se centra en el cuidado de los recursos naturales no renovables y la declaratoria del *recurso agua como un recurso estratégico de administración y control* por parte del Estado, uno de los principales inconvenientes es que se basa fundamentalmente en mecanismos de comando y control, que pueden ser ineficientes en los propósitos planteados, debido a que se requiere de un aparato institucional que permita su aplicación, el cual actualmente es muy limitado y carece de recurso económicos para su gestión.

Por otro lado, *al declararse al recurso agua como un bien público*, es necesario considerar las características de los bienes públicos, es decir que no son excluyentes y la no rivalidad, que son puntos importantes dentro del manejo y conservación de los recursos naturales no renovables. Aunque se señala que *los precios del uso del agua van a ser revisados cada tres años*, la posibilidad de usar los precios para racionar el uso individual puede ser un problema contradictorio al derecho humano fundamental declarado.

Con relación a la *no rivalidad*, es necesario considerar que en el recurso agua actualmente no es cierto en algunas partes del país, pues las disminuciones drásticas de cantidad y calidad de este recurso, si afectan a la cantidad del recurso que queda a disposición de otros consumidores y quizá este aspecto puede ser aprovechado para concienciar a las poblaciones en el cuidado y protección de las zonas de recarga hídrica para la regulación de su flujo y calidad. Sin embargo, en la constitución y en el proyecto de ley no se abordan incentivos para promover que la población contribuya en este aspecto.

Por otra parte, la ley reconoce y garantiza el derecho de las organizaciones locales comunitarias y de la población en general, para participar activa y permanentemente en la ejecución y control de todas las actividades que generen impactos ambientales. Al declarar al *agua como un bien público*,

es necesario tener en cuenta que en sí es una falla de mercado que genera externalidades como efecto de las decisiones individuales de consumo basadas en el derecho al acceso sin discriminación alguna de este recurso, por tratarse de un derecho humano fundamental. Si bien, en la ley se plantea a las licencias ambientales como un requisito fundamental para el aprovechamiento del agua en actividades productivas, no se nombran ni se promueven acciones (incentivos) destinadas al público en general para contribuir en el manejo y protección del recurso.

La Constitución de la República del Ecuador, reconoce al recurso agua como un *bien público y estratégico para el desarrollo sostenible de la población*, aborda puntos favorables con respecto al manejo y administración el recurso agua que fomentaría su cuidado, protección de las zonas de recarga hídrica y su uso sustentable. Sin embargo, la Ley Orgánica de los Recursos Hídricos como tal, no está aprobada.

Al tratarse la *Gestión Integrada de Cuencas* como un mecanismo para impulsar el desarrollo de las poblaciones que se encuentran involucradas en estas áreas territoriales, es necesario rescatar algunas leyes sobre el agua que se enmarcan dentro del Plan Nacional del Agua y que tiene relación con los gobiernos regionales autónomos (Art. 262), gobiernos provinciales (Art. 263) y gobiernos municipales (Art. 264), mismos que deberán impulsar esta gestión.

Por ejemplo, sin perjuicio de las funciones y responsabilidades de la autoridad del agua, el **Art. 262** señala que los *gobiernos regionales autónomos* tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias: **inciso 2)** gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de concejos de cuenca, de acuerdo con la ley.

El **Art. 263** del Plan Nacional del Agua dice que los *gobiernos provinciales* tendrán las siguientes competencias exclusivas: **inciso 3)** ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y microcuencas; **inciso 4)** la gestión ambiental provincial; **inciso 5)** planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego.

El **Art. 264**, indica que los *gobiernos municipales* tendrán las siguientes competencias exclusivas: **inciso 4)** prestar los servicios públicos de agua

potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley; **inciso 10)** delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley; **inciso 11)** preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas; **inciso 12)** regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

En lo que tiene relación al *agua que manejan las comunidades* la Nueva Constitución reconoce el derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades ancestrales a usar, administrar y beneficiarse de los recursos naturales renovables existentes en sus tierras, siendo el agua uno de ellos. Dos artículos son relevantes en relación al manejo del agua por parte de las comunidades: Art. 57 y Art. 318.

El **Art. 57** (*Título II, Derechos – capítulo cuarto: derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades*), señala que se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos: **inciso 6)** participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras. La gestión del agua será sólo pública y comunitaria, con lo cual serán reconocidas y fortalecidas las iniciativas comunitarias como las juntas de agua potable y de riego que ahora están ignoradas.

El **Art. 318.** (*Título VI, Régimen de desarrollo – capítulo quinto: Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas*), señala que el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua: **incisos 2) y 3)** la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. *El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento*

de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

Respecto del conocimiento de la Constitución de la República del Ecuador sobre el recurso agua por parte de los usuarios del agua en la subcuenca del río Chimbo, luego del análisis de la información de los talleres ejecutados, donde participaron 217 actores que representaban a 3 631 familias de diferentes organizaciones encargadas del uso y manejo del agua en la subcuenca, fue evidente observar que la mayoría de los participantes, principalmente las mujeres, tenían un total desconocimiento sobre el tema de las leyes sobre el agua. Se pudo consolidar la información de que las organizaciones, los directorios y juntas administradoras que se encuentran presentes en la subcuenca, en su gran mayoría, no cuentan con vida jurídica y su conformación responde a la necesidad de disponer del recurso agua para sus actividades productivas y de vida.

En cuanto a la generación y aplicación de reglamentos internos, se evidenció una contradicción entre lo que los funcionarios de la SENAGUA manifestaron, que previo a la adjudicación del agua se requiere la generación y presentación de un reglamento interno del manejo del agua por parte de las organizaciones, cuando el recurso va a ser manejado por un Directorio de Aguas. Sin embargo, las organizaciones manifestaron que en la práctica no se realiza y la acción de la SENAGUA, anteriormente como CNRH, solo se limitaba al cobro por las concesiones y sanciones por incumplimiento de las actividades que programan las juntas o directorios.

En la microcuenca del río Guaranda se pudo apreciar que no existen buenas relaciones con los indígenas de las zonas altas porque señalan que ellos “*manejan el agua a su gusto*”. Además, se observó que existen conflictos por el recurso agua, debido a que los participantes señalaron que existen vertientes de agua que son de exclusividad de los dueños de ciertos predios y que no han sido concesionadas legalmente, mientras que existen otras personas que no cuentan con este recurso en ninguna época y que la SENAGUA no ha realizado nada para regular esta problemática.

En términos generales, a excepción de las experiencias sobre manejo de recursos naturales basado en la *Gestión Integrada de la Subcuenca del río*

Chimbo, que lleva adelante el programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT conjuntamente con el Gobierno Provincial de Bolívar, en 13 sistemas de producción de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama, a decir de los participantes, no existe ningún trabajo que se enfoque a la protección de las vertientes, ni siquiera al mantenimiento de la concesión. Existen algunos casos donde hay abuso entre los mismos usuarios y no existe una distribución y uso equitativos del agua.

Un aspecto importante de resaltar a lo largo de la subcuenca, es la baja participación de la mujer dentro de las organizaciones comunitarias relacionadas con el recurso agua. De lo observado en la subcuenca la participación y toma de decisiones es una actividad desarrollada por hombres.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió establecer que los conflictos sociales en torno al recurso agua, comienzan a suscitarse entre las comunidades en la subcuenca. Dentro de este contexto, los responsables de la *Planificación Participativa* y el *Plan de Manejo de Subcuenca*, el Gobierno Provincial de Bolívar y las organizaciones de productores o de las comunidades, deberán enfrentar nuevos desafíos en cuanto al fortalecimiento de los capitales Humano y Social de los actores del agua en la subcuenca del río Chimbo.

Se pudo establecer como un problema importante en la subcuenca del río Chimbo, que el capital Social comunitario y la institucionalidad de las organizaciones, está muy fragmentado y no existe coordinación entre organizaciones, por lo cual se han generado graves conflictos en torno al recurso agua. Por ello y tomando en consideración que en la Constitución de la República del Ecuador y el proyecto de Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, se contemplan la participación activa y permanente de las organizaciones comunitarias en la administración del recurso agua, será importante que estas organizaciones se regularicen y se organicen de manera efectiva.

Los usuarios de las concesiones, y se podría decir que los usuarios del agua a nivel de la subcuenca del río Chimbo, tienen un desconocimiento total sobre la Constitución de la República del Ecuador y el Proyecto de Ley Orgá-

nica de los Recursos Hídricos. Este es un aspecto fundamental que se puede ir mejorando a través de procesos de capacitación y difusión de esta ley, tal como han comenzado a realizar los responsable del manejo y administración del agua como es la SENAGUA con sus aliados estratégicos como el INIAP.

La mayoría de usuarios de las concesiones en la subcuenca del río Chimbo difieren notablemente en cuanto al conocimiento para el manejo y protección de los ecosistemas, zonas de recarga hídrica y el capital Natural, en general. Será importante que a través de la *Planificación Participativa* y *Plan de Manejo de la Subcuenca*, se vayan impulsando las prácticas de uso y manejo de los recursos naturales, en el cual está incluido el agua, que vienen desarrollando varias instituciones con las comunidades, en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre.

4.2. RECOMENDACIONES

Ampliar la colaboración institucional. A los actores que están involucrados en la *Planificación Participativa de la Subcuenca del río Chimbo*, se les recomienda realizar reuniones con las comunidades involucradas en el manejo del agua para incluir a más interesados en el manejo de la subcuenca. De los grupos que están participando en la actualidad en la *Gestión Integrada de la Subcuenca* se espera que se consolide la alianza interinstitucional con base en las comunidades y el Gobierno Provincial de Bolívar, como organismos principales. Funciones y responsabilidades específicas se pueden determinar para los distintos organismos, con el propósito de asegurar que todos sean conscientes de participar en las intervenciones. Los pobladores de las comunidades de la subcuenca deben, necesaria y obligatoriamente, participar en estas reuniones.

Direccionamiento de la política local. A fin de fortalecer la colaboración interinstitucional, la política local y regional, tendrán que ser abordados, principalmente a través de los municipios y del Gobierno Provincial de Bolívar. En las diferentes conversaciones con los organismos parecían muy dispuestos a enfrentar los problemas técnicos, pero no quieren hacer frente a las cuestiones políticas. Sin embargo, que la política local y regional pueden ser frustrantes, deben ser reconocidos y tratados en la *Gestión Integrada de la Subcuenca*. La elaboración de propuestas en términos de mejorar la

calidad y la cantidad de agua podría ser suficiente para unir a los actores políticos, ya que todos son afectados por la gestión del agua de las comunidades localizadas en la parte alta, microcuenca del río Illangama.

Además de los factores institucionales que se pueden mejorar a través de la *Gestión Integrada de la Subcuenca del río Chimbo*, se deberán tomar en consideración algunas cuestiones que pueden influir tanto en la seguridad del sustento de las familias localizadas a lo largo de la subcuenca y en la gestión de la misma; a saber:

Falta de riego. Aunque algunas comunidades tienen acceso al agua de riego, la mayoría dependen de las precipitaciones, que han disminuido sustancialmente en las últimas dos o tres décadas. En muchas comunidades, especialmente en la microcuenca del río Alumbre, la falta de agua de riego limita seriamente su eficacia y eficiencia agrícola. En estas zonas, los agricultores pueden obtener una cosecha adicional cada año con agua de riego suficiente. Los enfrentamientos por el agua, en la actualidad, parecen ser más frecuentes entre las comunidades localizadas en las partes altas y las situadas en las partes más bajas, y entre las comunidades que son en su mayoría mestizos y las que son principalmente indígenas.

Reforestación. El discurso dominante en la subcuenca del río Chimbo es la reforestación. La lógica es que la reforestación es el primer paso para mejorar la cantidad y calidad del agua, de la que todas las iniciativas de conservación del agua pueden ser implementadas. Está siendo impulsada por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Las principales preocupaciones con esta iniciativa son los tipos de árboles a plantar, y dónde y cómo deben ser plantados. Los planes van desde la plantación de pinos hasta las especies nativas. Sin embargo, todos los proyectos, programas y planes parecen ejecutarse de arriba hacia abajo, impulsando muy poco la participación local en la etapa de planificación. Se debería propender a que las instituciones que quieren beneficiar a las comunidades pidan la opinión de estas acerca de qué tipo de árboles les gustaría plantar.

Participación. En la mayoría de las entrevistas con las comunidades no hablaron de la importancia de la participación local. Se encontró poca evidencia de la participación local en la planificación de los proyectos, programas y planes. Muchas veces se dijo que los pobladores carecían de capaci-

dad para utilizar y manipular los sistemas de agua, y que no entendían las prácticas agrícolas modernas. Por ejemplo, muchas comunidades indígenas tienen su propia gestión y sistema normativo para la asignación de uso del agua; sin embargo, es visto como ineficiente por las burocracias locales y nacionales. Debe haber un diálogo frecuente y la participación activa con los pobladores locales en todas las fases de los proyectos, programas y planes, desde la planificación hasta la evaluación.

Género. La gestión del agua parece estar definida por género en la subcuenca del río Chimbo. Los hombres son tradicionalmente los encargados de la irrigación, mientras que las mujeres manejan las necesidades de agua doméstica. Sin embargo, parece que más hombres que mujeres participan en los grupos de usuarios del agua que toman decisiones sobre cómo se distribuye y gestiona el agua (ver Bastidas, 2005). Además, la gran mayoría de la migración de la región se compone de hombres que buscan trabajo temporal en la capital, la costa o en el extranjero, dejando a las mujeres a cargo de la irrigación y el uso doméstico de agua. No obstante, siguen estando sub representadas en la toma de decisiones en grupo.

Migración. La migración es frecuente en comunidades de toda la subcuenca del río Chimbo, a tal punto que alcanza a niveles 50% en algunas comunidades. El fenómeno interesante de la migración en Ecuador es que no ha llevado al abandono de la agricultura, ni las remesas han sido dedicadas a mejoras en la agricultura (Jokisch, 2002). La agricultura de subsistencia sigue siendo un riesgo importante para la actividad económica y cultural adversa, pero el cultivo se considera como una mala inversión. También parece haber afectado el riego en las comunidades, la suerte entre tener y no tener la infraestructura necesaria. El agua de riego, simplemente no se utiliza y, en muchos casos las comunidades parecen estar menos interesadas en invertir en el mantenimiento de la infraestructura. Si bien las remesas están ayudando a las familias con las inversiones en vivienda, la tierra, la salud y la educación, no parecen tener el mismo efecto en la agricultura.

Finalmente, se puede decir que la intención de esta investigación es informar a los actores de la *Gestión Integrada de la Subcuenca del río Chimbo*, sobre el ambiente institucional en torno al tema del agua. Se considera que una colaboración a través de una agenda unificada será el medio más eficaz

de mejorar tanto la Gestión de la Subcuenca y la seguridad de subsistencia en una de las regiones más pobres de Ecuador. Este análisis no es concluyente, sino que tiene como finalidad suscitar interrogantes e hipótesis que pueden ser investigadas y analizadas en el futuro.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Bastidas, E. 2005. *Women and water in the Northern Ecuadorian Andes*. In *Opposing Currents: The Politics of Water and Gender in Latin America*. eds. V. Bennet, S. Davila-Poblete and M. Nieves Rico, 154-169. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Boelens, R. 2005. *Water rights and participatory irrigation development: The case of Licto, Ecuador. Reference paper for IAPAD*. Download at: <http://www.iapad.org/publications/ppgis/BoelensLicto3DWaterRights.pdf>
- Boelens, R. y Gelles, P. 2005. *Cultural politics, communal resistance and identity in Andean irrigation development*. *Bulletin of Latin American Research* 24 (3): 311-327.
- Boelens, R.; Zwarteveen, M. y Roth, D. 2005. *Legal complexity in the analysis of water rights and water resources management*. In *Liquid Relations: Contested Water Rights and Legal Complexity*. eds. D. Roth, R. Boelens and M. Zwarteveen, 1-20. New Jersey: Rutgers University Press.
- Boelens, R. y Zwarteveen, M. 2005. *Anomalous water rights and the politics of normalization: collective water control and privatization policies in the Andean Region*. In *Liquid Relations: Contested Water Rights and Legal Complexity*. eds. D. Roth, R. Boelens and M. Zwarteveen, 97-123. New Jersey: Rutgers University Press.
- Boelens, R.; Gentes, I.; Guevara Gil, A. y Arteaga, P. 2005. *Special law: recognition and denial of diversity in Andean water control*. In *Liquid Relations: Contested Water Rights and Legal Complexity*. eds. D. Roth, R. Boelens and M. Zwarteveen, 144-171. New Jersey: Rutgers University Press.
- Boelens, R. y Hoogendam, P. eds. 2002. *Water Rights and Empowerment*. Assen, The Netherlands: Van Gorcum Publishers.
- Bruns, B. 2006. *Reconstituting water rights: pathways for polycentric praxis*. Presentation paper for conference "Survival of the Commons: Mounting Challenges and New Realities", International Association for the Study of Common Property, Bali, Indonesia, June 19-23 2006.
- Barrett, C.; Brandon, B.; Gibson, C. y Gjertsen, H. 2001. *Conserving tropical biodiversity amid weak institutions*. *BioScience* 51 (6): 497-503.
- Bruneau, R. 2005. *Watershed management research: a review of IDRC projects in Asia and Latin America*. Rural Poverty and Environment Working Paper Series, retrieved December 5, 2006, from <http://www.idrc.org.sg/uploads/user-S/1117113803118Bruneau.pdf>.

- Cremers, L.; Ooijevvar, M. y Boelens, R. 2005. *Institutional reform in the Andean irrigation sector: enabling policies for strengthening local rights and water management*. Natural Resources Forum 29: 37-50.
- Davila-Poblete, S. y Nieves Rico, M. 2005. *Global water and gender policies: Latin American challenges*. In *Opposing Currents: The Politics of Water and Gender in Latin America*. eds. V. Bennet, S. Davila-Poblete and M. Nieves Rico, 30-49. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Evans, E. M. et al. 2003. *Achieving efficiency and equity in irrigation management: an optimization model of the El Angel Watershed, Carchi, Ecuador*. Agricultural Systems 77: 1-22.
- Hermann, P. 2002. *Management conflicts in the Ambato River Watershed, Tungurahua Province, Ecuador*. Mountain Research and Development 22 (4): 338-340.
- Hentschel, J.; Waters, W. y Vandever Webb, A. 1996. *Rural poverty in Ecuador- a qualitative assessment*. Policy Research Working Paper 1576, World Bank.
- Hentschel, J. y Waters, W. 2002. *Rural poverty in Ecuador: assessing local realities for the development of anti-poverty programs*. World Development 30 (1): 33-47.
- Jokisch, B. 2002. *Migration and agricultural change: the case of smallholder agriculture in highland Ecuador*. Human Ecology 30 (4): 523-550.
- Orlove, B. 2002. *Lines in the Water: Nature and Culture at Lake Titicaca*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Pouyllau, M.; Poinot, Y. y Pouille, F. 1999. *Demographic growth and spatial organisation: a representation in model form of active processes in Bolivar province, Ecuador*. CyberGeo (75), retrieved April 29, 2006, from www.cybergeo.presse.fr/modelis/pouyllau.htm.
- República del Ecuador. 2008. *Constitución Nacional del Ecuador*. Asamblea Nacional Constituyente. 218 pp.
- Rhodes, R. 1998. *Participatory watershed research and management: where the shadow falls*. IIED Gatekeeper Series No. SA 81. IIED, London.
- Ruf, T. 2001. *Water disputes in the Ecuadorian context up to the third millennium: no State, no market, no common property. The transition of Santa Rosa. Water rights and the institutional dynamics of irrigated systems : between State, market and community action*. International Journal of Water 1 (3-4): 250-269.
- SENAGUA. 2009. *Proyecto de Ley Orgánica de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua*. Secretaria Nacional del Agua. Versión preliminar final 15 de enero de 2009. Asamblea Nacional Constituyente. 60 pp.
- Southgate, D. y Figueroa, F. 2006. *Reforming water policies in Latin America: some lessons from Chile and Ecuador*. In *The Water Revolution: Practical Solutions to Water Scarcity*. ed. K. Okonski, 73-91. London: International Policy Press.
- Sanchez-Páramo, C. 2005. *Poverty in Ecuador. en breve*. World Bank Latin America and Caribbean 71: 1-4. Download at www.worldbank.org/en_breve.
- Trawick, P. 2005. *Going with the flow: the state of contemporary studies of water management in Latin America*. Latin American Research Review 40 (3): 443-456.

- Trawick, P. 2003. *The story of irrigation in the Andes: "comedy" and tragedy in the commons*. In *The Struggle for Water in Peru: Comedy and Tragedy in the Andean Commons*, 291-305. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Trawick, P. 2001. *The moral economy of water: equity and antiquity in the Andean commons*. *American Anthropologist* 103 (2): 361-379.
- Van Koppen, B. 1999. *Sharing the last drop: water scarcity, irrigation and gendered poverty eradication*. IIED Gatekeeper Series No. SA 85. IIED, London.
- Zwarteveen, M. y Bennet, V. 2005. *The connection between gender and water management*. In *Opposing Currents: The Politics of Water and Gender in Latin America*. eds. V. Bennet, S. Davila-Poblete and M. Nieves Rico, 13-29. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.



ESTUDIOS BIO-FÍSICOS

Calidad del agua de los ríos Illangama y Alumbre establecida a través de bioindicadores acuáticos e indicadores físico-químicos

RESUMEN

De acuerdo a la Nueva Constituyente Ecuatoriana, el agua se constituye en un patrimonio nacional estratégico de uso público y un derecho fundamental para todos los ciudadanos para disponerla en forma segura y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas. Sin embargo, como producto de su uso para las diversas actividades humanas y el aumento de la población, cada día existe una mayor presión sobre este recurso y un incremento de la contaminación de las fuentes de agua. En los Andes ecuatorianos estas presiones se reflejan en el aumento cada día de conflictos por su uso y contaminación. En las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre las actividades humanas, tanto agrícolas como ganaderas, han provocado el deterioro de los páramos y la deforestación de los bosques cuya consecuencia se refleja en la cantidad y calidad del agua. A partir del año 2006 se ha efectuado un monitoreo de los cuerpos de agua utilizando principalmente macroinvertebrados como una herramienta para la evaluación de la calidad del agua. Los resultados obtenidos demuestran que las condiciones biológicas en algunos sectores de los ríos aún se mantienen en buen estado a pesar de las diversas presiones que se han identificado. Los índices BMWP/Col y ABI y los parámetros físico-químicos señalan que la calidad del agua es buena. En cambio, los análisis microbiológicos evidencian altos niveles de contaminación con heces fecales y/o animales, que sobrepasan los valores máximos permisibles. Los resultados alcanzados conducen a la necesidad de implementar alternativas amigables con el ambiente que promuevan el uso sostenible, la conservación y el manejo del recurso agua a nivel de las microcuencas.

Palabras clave: coliformes fecales; coliformes totales; concentración de fosfatos y nitratos; sólidos totales; índices BMWP/Col y ABI y macroinvertebrados.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Nueva Constituyente Ecuatoriana, el agua se constituye en un patrimonio nacional estratégico de uso público y un derecho fundamental para todos los ciudadanos para disponerla en forma segura y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Sin embargo, como producto de su uso para las diversas actividades humanas y el aumento de la población, cada día existe una mayor presión sobre este recurso y un incremento de la contaminación de las fuentes de agua (Jacobsen, 1998). En los Andes ecuatorianos estas presiones se reflejan en el aumento cada día de conflictos por su uso y por la contaminación del agua. En las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre las actividades humanas, tanto agrícolas como ganaderas, han provocado el deterioro de los páramos y la deforestación de los bosques cuya consecuencia se refleja en la disminución de la cantidad y calidad del agua (Calles, 2007).

La calidad del agua es un tema de importancia en la gestión de los recursos hídricos. Cada día, los niveles de contaminación de los cuerpos de agua superficiales son mayores y se necesita contar con información que sirva para establecer medidas de protección o recuperación de las zonas abastecedoras de agua y de las cuencas donde se desarrollan las actividades agrícolas y ganaderas. Tradicionalmente, la evaluación de la calidad del agua se ha efectuado considerando únicamente parámetros físico-químicos pero en los últimos años se está incluyendo en esta evaluación el uso de indicadores biológicos (Roldán, 2003).

Los indicadores biológicos o bioindicadores se denominan a aquellos grupos biológicos tanto de plantas como de animales, presentes en ecosistemas terrestres o acuáticos, cuyas poblaciones pueden ser afectadas por cambios en la estructura del hábitat o que son susceptibles a contaminantes o cambios en las poblaciones de su fuente de alimentación (Armitage *et al.*, 1983). Su uso como bioindicadores se basa en la susceptibilidad de éstas especies para responder a diferentes cambios ambientales. Los indicadores pueden ser plantas, animales vertebrados, invertebrados, hongos o bacterias; es decir, cualquier grupo biológico potencialmente puede ser utilizado como bioindicador. Sin embargo, los grupos más comúnmente utilizados

son las plantas, vertebrados e insectos (Roldán, 2003). De estos grupos se puede estimar su diversidad y se puede obtener información confiable sobre el estado de conservación de un hábitat.

En el caso de los ecosistemas acuáticos como son ríos, lagos, estuarios y humedales, tradicionalmente se ha usado a las plantas acuáticas, peces, macroinvertebrados y algas como indicadores de la calidad del agua de estos ambientes (Carrera y Fierro, 2001). El uso de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua ha sido extendido en varios lugares del mundo. Su utilización se basa en la capacidad de estos organismos de responder a cambios en su hábitat, lo cual se reflejará en las estructuras de las comunidades de estos organismos (Roldán, 1999).

Basados en estudios sobre biodiversidad (Calles y Salvador, 2006) y de la propuesta de bioindicadores acuáticos (Calles, 2007) para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, se inició un monitoreo de la calidad del agua considerando bioindicadores acuáticos (macroinvertebrados), indicadores físico-químicos y microbiológicos de estas microcuencas. El monitoreo de la calidad del agua se realizó partiendo del hecho que en las microcuencas existen problemas de contaminación del agua, debido a cambios en el uso del suelo, la ampliación de la frontera agrícola, la ganadería y los asentamientos humanos.

El objetivo general de este estudio es *contribuir al mejoramiento y conservación del capital natural de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre*, que se sustenta en el cumplimiento de tres objetivos específicos: 1) realizar un análisis multitemporal de la calidad de agua en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre; 2) determinar la calidad del agua en las microcuencas utilizando índices de calidad de agua basados en bioindicadores; y 3) establecer la interrelación existente entre el uso del suelo, sistemas de producción y su influencia en la calidad de agua en las microcuencas.

La hipótesis planteada en este estudio es que la calidad de agua dentro de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, de acuerdo a la presencia de especies de macroinvertebrados, indicadores físico-químicos y microbiológicos, es apta para las actividades productivas y de consumo humano.

II. METODOLOGÍA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Los muestreos físico-químico y microbiológicos de calidad de agua, se realizaron en siete sitios (Figura 1), donde se encuentran ubicados sensores para cuantificar los niveles de caudal. Son sitios representativos dentro de las microcuencas, donde confluyen varios riachuelos que dan origen a los ríos Illangama y Alumbre. En la microcuenca del Illangama se establecieron cuatro sitios altitudinales: *Culebrillas* (3 495 m), *Quindigua* (2 930 m y 2 886 m) y *Paltabamba* (2 723 m); en cambio, en la microcuenca del Alumbre se establecieron tres sitios altitudinales: *Chillanes* (2 274 m), *Pacay* (2 240 m) y *San José de Guayabal* (2 193 m).

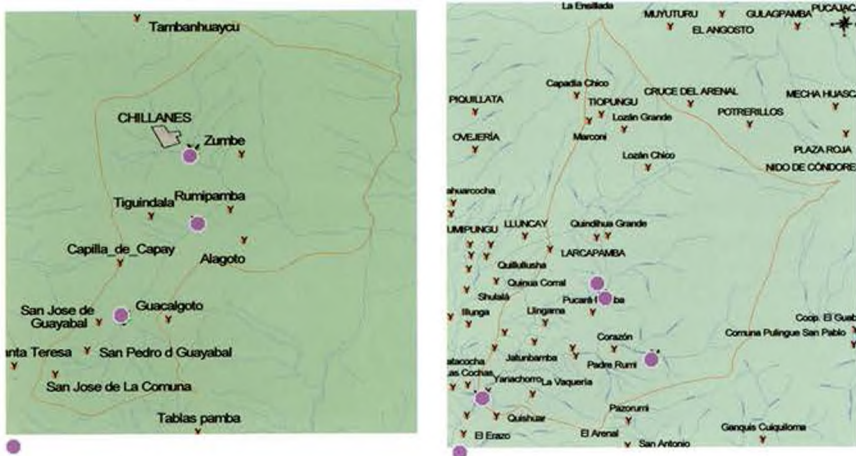


Figura 1. Sitios de muestreo para determinar calidad del agua en las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Para la identificación de macroinvertebrados se tomaron en consideración nueve sitios de muestreo, seis en la microcuenca del río Illangama y tres en la microcuenca del río Alumbre. En la microcuenca del Illangama los sitios establecidos se localizaron entre los 3 274 y los 4 205 m de altitud: *Río Culebrillas 1* (4 205 m); *Río Culebrillas 2* (3 689 m); *Páramo de arenales 1 y 2* (4 170 m); *Quebrada Arrayacu* (3 330 m) y *Puente Quindigua* (3 274 m). En el Puente de Quindigua, el río Quindigua es uno de los ríos más importan-

tes de la microcuenca, ya que al juntarse aguas abajo con el río Culebrillas darán origen al río Illangama que proporciona el nombre a esta microcuenca. En la microcuenca del Alumbre los sitios de muestreo se ubican entre los 2 441 y 1 942 m de altitud: *Tiquibuzo* (2 441 m); *Pacay* (2 267 m) y *Quebrada Panecillo* (1 942 m). Desde mediados del año 2006 se han efectuado visitas periódicas para realizar el monitoreo de los cuerpos de agua utilizando principalmente macroinvertebrados como una herramienta para la evaluación de la calidad del agua.

2.2. MÉTODOS

Para la identificación de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores se efectuaron un total de seis visitas de campo en cada microcuenca de estudio entre noviembre de 2006 y julio de 2008. Para la selección de los sitios de muestreo se ubicaron sitios de referencia en los cuales los impactos de las actividades antrópicas fueran menores y sitios ubicados en zonas de producción agrícola y ganadera, además se consideró la accesibilidad a los puntos de monitoreo. En la microcuenca del río Illangama, el acceso a los diferentes puntos fue más fácil, mientras que en la microcuenca del río Alumbre no se pudo acceder a todos los sitios deseables, por esta razón el número de sitios muestreados en ambas microcuencas es diferente. En el caso de la evaluación de los indicadores físico-químicos y microbiológicos (coliformes fecales y totales) se realizaron en cuatro sitios en la microcuenca del río Illangama y tres en la microcuenca del río Alumbre. Para la caracterización físico-química, el muestreo se viene desarrollando desde inicios del año 2008.

2.2.1. Macroinvertebrados

Para este estudio se realizó la colección de las muestras de macroinvertebrados utilizando una red tipo D-net. En cada sitio se efectuó un muestreo cualitativo multi-hábitat para cubrir las diferentes zonas de los ríos estudiados considerando los rápidos y lentos que se forman al interior de los mismos. Los especímenes colectados fueron almacenados en frascos plásticos en alcohol al 75% y en el laboratorio fueron contados e identificados utilizando las guías de Roldán (1996). Los especímenes fueron identificados a nivel de familia en la mayoría de los casos y de géneros cuando fue posible. El trabajo de identificación y colección en algunas fechas se realizó en

coordinación con el Dr. Wills Flowers de la Universidad de Florida A&M, colaborador del SANREM CRSP.

Para la evaluación de la calidad de agua utilizando los macroinvertebrados se aplicaron los índices BMWP/Col *Biological Monitoring Working Party* (Roldán, 2003) y el *Andean Biotic Index* (2007) desarrollado para ríos andinos sobre los 2 000 m por la Universidad de Barcelona. Ambos índices consideran el grado de sensibilidad de los organismos a los contaminantes. Estos índices utilizan una escala entre 1 y 10, donde las familias de macroinvertebrados más sensibles a la contaminación reciben valores de 10 y los más resistentes valores de 1 (Anexo 1). Cada familia de macroinvertebrados recibe un valor y posteriormente se suma el valor total de cada sitio y se determina la calidad del agua. Los índices se aplicaron considerando el total de familias encontradas en cada sitio. Los valores de referencia para el índice ABI se calcularon de acuerdo a lo propuesto por los autores (Anexo 2).

2.2.2 Parámetros físico-químicos

En los siete sitios de muestreo identificados en las microcuencas, se evaluaron el nivel de fosfatos, nitratos, sólidos totales, temperatura, potencial de Hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (CE). El muestreo se realizó cada 15 días tomándose de la parte media del cuerpo de agua una muestra de un galón de agua y enviándose inmediatamente, en condiciones de refrigeración, al laboratorio de Aguas y Microbiología de la Escuela Politécnica Nacional. Indicadores como temperatura, pH y CE fueron evaluados en el sitio de muestreo.

2.2.3. Microbiología

La presencia y cuantificación de las unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli* y otras coliformes en 100 cc de agua, son buenos indicadores de calidad de agua, especialmente cuando la misma va a ser utilizada para consumo humano o animal. El grupo de bacterias coliformes indica la presencia de heces fecales humanas y animales en los cuerpos de agua y su presencia indica indirectamente la presencia de otros microorganismos patógenos, muchos de los cuales son los causantes de enfermedades diarreicas en las zonas rurales. Para evaluar la cantidad de coliformes totales y fecales presentes en el agua de los ríos en los sitios de muestreo se utilizaron placas

Petrifilms 3M. En cada sitio se tomaron dos muestras y se colocó 1 cc de agua en las placas, al cabo de 72 horas de promedio a temperatura ambiente de 25°C se obtuvieron los resultados. Las colonias de coliformes fecales (*E. coli*) toman una coloración azul, mientras que el resto de coliformes toman una coloración rosada intensa o púrpura. Se contabilizaron el número de puntos (colonias) y se multiplicó por 100 para obtener el valor de UFC/100 ml que es el valor de referencia utilizado en la normativa ambiental ecuatoriana.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA

La microcuenca del río Illangama en los sitios estudiados presenta condiciones variables que se reflejan en los valores obtenidos para los diferentes parámetros examinados sobre macroinvertebrados, físico-química y microbiología.

3.1.1. Macroinvertebrados

En los seis sitios de monitoreo se colectó un total de 5 353 individuos correspondientes a 26 familias de macroinvertebrados diferentes. El grupo más abundante fue los Amphipoda (1 853 individuos), seguido por los Diptera (1 345), luego los Ephemeroptera (1 256) y Trichoptera (467).

La abundancia de los macroinvertebrados varió entre los diferentes sitios, siendo el sitio río Culebrillas 1 donde se encontró un mayor número de individuos y el sitio Quebrada Arrayacu un menor número de individuos. Es importante resaltar la presencia a esta altura de la familia Gripopterygidae (Plecoptera) que es un indicador de aguas de muy buena calidad y que se encuentra en estas zonas andinas.

3.1.2. Índices de calidad del agua

Una vez identificadas las familias de macroinvertebrados colectados se aplicaron dos índices de calidad del agua, el BMWP/Col y el ABI. Los resultados de ambos índices indican que la calidad del agua en la zona varía entre “Dudosa” y “Buena” en el caso del índice BMWP/Col y de “Buena” y “Muy buena” en el caso del índice ABI (Cuadro 1). Estas diferencias al apli-

car ambos índices se deben a que el índice BMWP/Col no considera en sus tablas de valoración a familias como Gripopterygidae y Limnephilidae que son propias de las zonas andinas, mientras que el índice ABI por haber sido desarrollado para zonas andinas se ajusta mejor a las condiciones presentes en los ríos estudiados. En el Anexo 2 se muestran los valores de referencia para la interpretación de la calidad del agua según estos índices.

Cuadro 1.

Calidad del agua en la microcuenca del río Ilangama utilizando los índices BMWP/Col y ABI. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitio	BMPW/Col*	Calidad	ABI*	Calidad
Culebrillas 1	86	Aceptable	78	Muy Buena
Culebrillas 2	98	Aceptable	100	Muy Buena
Páramo Arenales 1	44	Dudosa	54	Bueno
Páramo Arenales 2	58	Dudosa	65	Bueno
Puente Quindigua	101	Buena	89	Muy Buena
Quebrada Arrayacu	77	Aceptable	77	Muy Buena

Fuente: Calles, 2008.

* Valores de referencia en el Anexo 2.

Basados en los índices de calidad de agua aplicados (BMWP/Col y ABI) se puede observar que la calidad del agua en los diferentes ríos es aún buena en términos generales. Esto es un buen indicador de que a pesar de los cambios en el uso del suelo, la contaminación orgánica y el aumento de sólidos disueltos, los procesos biológicos aún se mantienen en buen estado que permiten el desarrollo de los macroinvertebrados acuáticos. El uso de estos organismos en el monitoreo de la calidad del agua demuestra un buen potencial para su uso en zonas como las estudiadas. Adicionalmente, en el sitio Culebrillas 1, se observó la presencia de truchas (*Oncorhynchus mykiss*), una especie introducida que se encuentra adaptada a las condiciones de este río y que necesita aguas de buena calidad para su desarrollo. Este es un indicador más de las buenas condiciones en las que se encuentra el agua en este sitio.

3.1.3. Parámetros físico-químicos

Como se puede observar en el Cuadro 2, las mediciones en campo de los parámetros físico-químicos alcanzan valores que se encuentran en los límites permisibles de acuerdo a la legislación ecuatoriana. La cantidad de sólidos totales se incrementa desde el sitio de Culebrillas (3 495 m) hasta Quindigua (2 886 m) y Paltabamba (2 723 m), esto posiblemente se deba a los procesos de erosión eólica que ocurren en las zonas altas en el páramo de arenales y también porque los ríos recorren zonas de pastizales y cultivos de diversos tipos (Calles, 2008). En relación a los niveles de conductividad eléctrica encontrados (Cuadro 2), que se reportan como similares en los sitios evaluados, estos pueden deberse a las formaciones geológicas naturales del suelo presente en la microcuenca del río Illangama.

Cuadro 2.
Indicadores físico-químicos de calidad de agua en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitios de muestreo	Fosfatos (mg PO ₄ ³ /l)	Nitratos (mg NO ₃ ³ /l)	Sólidos totales (mg /l)	Temperatura del agua (°C)	pH	CE
Culebrillas (3 495 m)	0,33	4,51	157,38 b	9,72 c	8,39	165,27
Quindigua (2 930 m)	0,28	4,46	154,81 b	12,86 a	8,12	190,19
Quindigua (2 886 m)	0,34	4,13	307,69 a	11,13 b	8,22	168,00
Paltabamba (2 723 m)	0,41	4,21	307,50 a	13,18 a	8,13	177,27
$\bar{X}_g$	0,34	4,32	231,84	11,73	8,21	175,31
p	0,6689ns	0,7814ns	0,0060**	0,0001**	0,8206ns	0,9462ns

Fuente: Cruz, 2009; Calles, 2008.

Significación estadística: ns=no significativa, **=altamente significativa

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

Al comparar los parámetros físico-químicos entre épocas no existen diferencias estadísticas, es decir los niveles de contaminación son similares en las dos épocas.

Con relación a la concentración de sólidos totales, los niveles de sedimentación son similares en las dos épocas, lo que significa que el proceso de erosión es permanente tanto en la época seca (erosión eólica) como en la época lluviosa (erosión hídrica).

3.1.4. Indicadores microbiológicos

Los resultados de las muestras colectadas en los diferentes sitios de la microcuenca permiten señalar que la presencia de coliformes fecales es un problema para la calidad del agua de los ríos de la zona. En el 100% de las muestras se detectó presencia de coliformes fecales (*E. coli*) y otro tipo de coliformes. El valor más alto de coliformes fecales se detectó en Paltabamba (1 244 UFC/100 cc.) y está relacionado principalmente con la presencia de las aguas servidas de las poblaciones de la zona que se vierten en esta quebrada. En múltiples ocasiones el equipo de investigación del programa pudo observar que los pobladores de la zona utilizan el agua de esta quebrada para cocinar o la beben directamente.

Cuadro 3.
Indicadores microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitios de muestreo	UFC <i>E. coli</i> /100cc	UFC colif. totales/ 100cc	Para potabilización ¹		Para uso pecuario	
			Coliformes fecales máx. permisible	Coliformes totales máx. permisible	Coliformes fecales máx. permisible	Coliformes totales máx. permisible
Culebrillas (3 495m)	550 c	4 243 b	600	3 000	1 000	<5 000
Quindigua (2 930m)	1 075 ab	6 793 a	600	3 000	1 000	<5 000
Quindigua (2 886m)	600 bc	4 462 b	600	3 000	1 000	<5 000
Paltabamba (2 723m)	1 244 a	6 512 a	600	3 000	1 000	<5 000
$\bar{X}_g$	867	5 503				
p	0,0136*	0,0146*				

Fuente: Cruz, 2009; Calles, 2008.

¹ De acuerdo a la Ley Secundaria de Ambiente, Ministerio de Ambiente de la República del Ecuador.

Significación estadística: * = significativa

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

Realizando una comparación de los datos del estudio con los que reporta la legislación ecuatoriana, en relación a los indicadores microbiológicos para evaluar calidad de agua, se puede señalar que solamente los sitios de Culebrillas (3 495 m) y Quindigua (2 886 m), son considerados aptos para uso pecuario. Estos mismos sitios, a su vez, reportan que el agua es apta para consumo humano luego de un proceso de potabilización (Cuadro 3). La presencia de coliformes fecales en los ríos de la zona es una señal de contaminación de los cuerpos hídricos por malas prácticas agropecuarias y por ausencia de sistemas de saneamiento de aguas servidas. Afortunadamente, los valores registrados no alcanzan valores muy altos y los ríos pueden aún absorber el nivel de contaminación que se presenta. Es importante recalcar que la contaminación de los ríos con coliformes en las zonas de origen de los mismos pone en riesgo los sistemas de abastecimiento de agua de los pobladores ya que en la mayoría de los casos las comunidades toman el agua directamente de estas fuentes para su consumo en los hogares, tal como lo demuestra el estudio de Calles (2008).

En cuanto a la presencia de coliformes fecales, los resultados señalan que existen diferencias estadísticas entre épocas, registrándose mayor presencia en la época seca y esto se relaciona con la disminución de los caudales en esta época. Considerando el número de UFC de coliformes totales no existen diferencias estadísticas entre las dos épocas.

3.2. MICROCUENCA DEL RÍO ALUMBRE

Como acontece para la microcuenca del río Illangama, en la microcuenca del río Alumbre los sitios estudiados presentan condiciones variables que se reflejan en los valores obtenidos para los diferentes parámetros evaluados.

3.2.1. Macroinvertebrados

En los tres sitios de monitoreo se colectó un total de 1 454 individuos correspondientes a 34 familias de macroinvertebrados diferentes. El grupo más abundante fue los Ephemeroptera (483 individuos), seguido por los Trichoptera (349), luego los Amphipoda (168) y Diptera (113). La abundancia de los macroinvertebrados varió entre los diferentes sitios, siendo el

sitio Tiquibuzo donde se encontró un mayor número de individuos (610) y el sitio Panecillo el de menor número de individuos (392). Es importante resaltar que la diversidad de organismos en esta zona es muy alta por la presencia de zonas de bosque y de remanentes de bosque que permiten el desarrollo de especies adaptadas a la presencia de vegetación en las zonas de ribera de los ríos como las familias Calamoceratidae y Ptilodactylidae. En estos ríos se encontraron familias muy sensibles a la contaminación cuya presencia indica una muy buena calidad del agua como son la familia Perlidae, Oligoneuriidae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Calamoceratidae, Odontoceridae y Blepharoceridae.

3.2.2. Índices de calidad del agua

Al aplicar los índices de calidad del agua BMWP/Col y ABI, se detectó que las condiciones biológicas de los sitios de monitoreo fueron buenas y muy buenas con ambos índices (Cuadro 4). En este caso hay una mayor concordancia entre ambos índices, lo que indica que el índice BMWP/Col se adapta mejor en zonas de menor altitud como el caso de la microcuenca del río Alumbre y el índice ABI también se lo pudo aplicar aunque nos encontramos en el límite de 2 000 m de altitud, para el cual este índice fue desarrollado.

Otro elemento que sirve para corroborar la buena calidad del agua de los sitios estudiados es que durante la colección de macroinvertebrados, en los tres sitios, se detectó la presencia de peces de la familia Astroblepiidae de género *Astroblepus* sp. Este género es característico de los ríos de bosques montanos y se conoce muy poco sobre su biología y distribución en el Ecuador. Estos registros son muy importantes pues sirven como un elemento para considerar en futuros estudios y como un bioindicador de la buena calidad del agua de la zona.

Cuadro 4.
Calidad del agua en la microcuenca del río Alumbre utilizando
los índices BMPW/Col y ABI. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitio	BMPW/Col*	Calidad	ABI*	Calidad
Tiquibuzo	213	Buena	161	Muy buena
Panecillo	140	Buena	140	Muy buena
Pacay	101	Buena	84	Buena

Fuente: Calles, 2008.

*valores de referencia en el Anexo 2.

3.2.3. Parámetros físico-químicos

La información recopilada en los sitios de muestreo para evaluar los parámetros físico-químicos señala que éstos presentan valores que se encuentran en los límites permisibles de acuerdo a la legislación ecuatoriana. La cantidad de sólidos totales medidos en cada uno de los períodos de evaluación reportan diferencias estadísticas entre los sitios de muestreo, siendo mayor el reportado por el sitio evaluado en Chillanes. Debido a que en la microcuenca del río Alumbre, los hogares se dedican a la siembra de cultivos de ciclo corto como maíz y fréjol, se depositan importantes cantidades de sólidos en los cuerpos de agua de esta microcuenca. En general, se puede señalar que los parámetros físico químicos medidos (Cuadro 5), indican que las condiciones del agua de los ríos de la zona son aceptables.

Cuadro 5.

Indicadores físico químicos de calidad de agua en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitios de muestreo	Fosfatos (mg PO ₄ ³⁻ /l)	Nitratos (mg NO ₃ ⁻ /l)	Sólidos totales (mg /l)	Tempera- tura del agua (°C)	pH	CE
Chillanes (2 274 m)	0,75	5,22	156,93 a	17,01	7,55	115,77 a
Pacay (2 240 m)	0,28	4,49	104,40 b	17,50	7,77	77,50 b
Guayabal (2 193 m)	0,31	4,63	106,73 c	16,69	7,40	62,79 b
$\bar{X}_g$	0,45	4,78	122,69	17,07	7,58	84,61
p	0,0958ns	0,2300ns	0,0067**	0,2177ns	0,2339ns	0,0001**

Fuente: Cruz, 2009; Calles, 2008.

Significación estadística: ns=no significativa, **=altamente significativa

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

Al comparar la concentración de fosfatos entre épocas, se registra mayor concentración en la época seca; para la concentración de nitratos, no existen diferencias estadísticas entre épocas al igual que para la concentración de sólidos totales, temperatura y pH. Para la conductividad eléctrica existen diferencias alcanzándose mayores niveles en la época seca.

3.2.4. Indicadores microbiológicos

De los análisis de los datos recolectados en los sitios de muestreo en la microcuenca del río Alumbre, se desprende que la presencia de coliformes fecales es un grave problema para la calidad del agua de los ríos de la zona. En el 100% de las muestras se detectó presencia de coliformes fecales (*E. coli*) y coliformes de otro tipo. El valor más alto de coliformes fecales se detectó en Chillanes (2 240 UFC/100 cc), el cual se debe fundamentalmente a que el sitio de muestreo corresponde a un punto de confluencia de las aguas servidas de la ciudad con el agua procedente de cuerpos de agua. En segundo lugar se encuentra Pacay y Guayabal con alta presencia de *E. coli*, debido principalmente a la presencia de ganado vacuno y cerdos en las ori-

llas de este río, y a las aguas servidas de las poblaciones aledañas a la zona que se vierten en esta quebrada.

Considerando los límites máximos permisibles por la legislación ecuatoriana sobre calidad del agua, en todos los sitios se superan los máximos permisibles tanto para uso pecuario como para potabilización en el caso de los coliformes totales, y en el caso de los coliformes fecales solo en San José de Guayabal el nivel es inferior a la normativa ecuatoriana (Cuadro 6). La presencia de coliformes fecales en los ríos de la zona es una señal de contaminación de los cuerpos hídricos por malas prácticas agropecuarias y falta de sistemas de saneamiento de las aguas servidas. Actualmente, debido a los altos niveles de contaminación microbiológica del agua, en algunos sectores los ríos no pueden absorber el nivel de contaminación que se presenta en los mismos. La presencia de la ciudad de Chillanes, en el centro de esta microcuenca, es un problema de contaminación del río Alumbre en la zona baja, pues las aguas servidas de esta ciudad se vierten sin ningún tratamiento. De observaciones realizadas en esta zona, se determinó la presencia de ganado vacuno en las orillas del río que recibe las aguas servidas de esta población. Los pobladores que viven en las orillas de este río manifiestan que sus animales se enferman pues en ocasiones consumen el agua de este río con gran carga de aguas servidas.

Los resultados de los análisis de los indicadores microbiológicos por épocas evidencian la mayor presencia de coliformes fecales en la época seca, esto debido fundamentalmente a la disminución de los caudales. No se registran diferencias para coliformes fecales totales entre las épocas seca y lluviosa.

Cuadro 6.
Indicadores microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca
del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Sitios de muestreo	UFC E. coli /100cc	UFC colif. totales/ 100cc	Para potabilización ¹		Para uso pecuario	
			Colifor- mes feca- les máx. permisi- ble	Colifor- mes tota- les máx. permisi- ble	Colifor- mes feca- les máx. permisi- ble	Colifor- mes tota- les máx. permisi- ble
Chillanes (2 274 m)	2 240 a	14 926 a	600	3 000	1 000	5 000
Pacay (2 240 m)	840 b	5 746 b	600	3 000	1 000	5 000
Guayabal (2 193 m)	487 b	4 346 b	600	3 000	1 000	5 000
$\bar{X}_g$	1 189	8 340				
p	0,0004**	0,0001**				

Fuente: Cruz, 2009; Calles, 2008.

¹ De acuerdo a la Ley Secundaria de Ambiente, Ministerio de Ambiente de la República del Ecuador.

Significación estadística: * = significativa

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

De los resultados mostrados para evaluar la calidad de agua se puede señalar que las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre presentan condiciones ambientales diferentes que se refleja en el origen de las fuentes de agua y el uso en las diferentes actividades humanas.

En Illangama, el páramo de arenales y de pajonales junto con los deshielos del glaciar del Chimborazo son los que proveen el agua a los riachuelos, quebradas y ríos de la zona. En esta microcuenca, uno de los principales problemas en la zona alta es la alta tasa de erosión eólica en la época seca y la erosión hídrica en la época lluviosa, proceso que se ve acelerado por el pastoreo intensivo de ovejas. Estas dos causas han provocado el deterioro de la cobertura vegetal natural de la zona y por ende permite el incremento de sedimentos en los ríos de la zona, lo cual se convierte en un problema para estos ríos. En cuanto a la calidad del agua, además de los sedimentos,

el pastoreo con ovejas provoca la contaminación con coliformes en las vertientes mismas de estos ríos. Esta contaminación pudo ser detectada por la medición de coliformes realizada en los ríos. Para solucionar este problema, se debe llegar a acuerdos con los pobladores de la zona para establecer zonas de pastoreo y la construcción de abrevaderos para los animales, para evitar su ingreso en los riachuelos y así reducir la contaminación por coliformes. Adicionalmente, establecer zonas de protección de riberas y de protección de vertientes mediante el cercado de estas áreas que a esta altitud resultan más eficientes que programas de reforestación como los que se llevan a cabo a esta altitud (4 100 m).

En la zona media de la microcuenca las fuentes de contaminación de los ríos son la presencia de asentamientos humanos que vierten sus aguas servidas a los ríos sin previo tratamiento, la ganadería de bovinos, las piscinas de truchas y la agricultura. Estas actividades no se realizan de una manera adecuada pues los contaminantes llegan a través de los canales de riego o de la escorrentía desde los pastizales y áreas de cultivo a los cuerpos de agua. Es preocupante que en algunos sitios como la quebrada Arrayacu, los niños y las familias de la zona utilizan el agua de esta quebrada para su consumo, tanto para beber como para preparar sus alimentos. Afortunadamente, de acuerdo a los datos obtenidos en este estudio se pudo determinar que a pesar de la presencia de coliformes fecales en algunos sitios, las condiciones físico-químicas y la calidad del agua reflejada con el uso de bioindicadores acuáticos, aun se mantienen en buen estado. En esta zona se necesita desarrollar herramientas para la implementación de buenas prácticas de manejo de la agricultura y la ganadería como una manera de reducir la contaminación de los cuerpos de agua.

En el caso de la microcuenca del río Alumbre, la presencia de bosques remanentes permite el abastecimiento de agua en épocas de sequía a los pobladores de la zona. Estos remanentes ayudan a la regulación de la cantidad de agua y al mantenimiento de la calidad del agua de los ríos. En esta zona, la biodiversidad de organismos acuáticos indica que la calidad del agua aun se mantiene en buen estado a pesar que las condiciones en las zonas de ribera se encuentran muy alteradas. El sitio Pacay presenta un alto índice de coliformes totales como resultado del desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas en esta zona. La presencia de peces nativos (*Astroblepus sp.*) es una

buena señal que la calidad del agua es aun buena y su presencia puede ser usada junto con los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en esta zona. A pesar de la buena calidad del agua registrada durante las visitas realizadas, en la zona se puede observar que la deforestación es un problema que puede llegar a afectar la calidad del agua ya que permite el ingreso de sedimentos en los ríos. Sin duda, el problema más serio de calidad del agua que enfrenta esta microcuenca es la falta de tratamiento de las aguas servidas de la población de Chillanes ya que estas aguas se vierten sin tratamiento en la quebrada San Juanpamba. Las aguas de esta quebrada fluyen hacia el río Alumbre en la zona baja que finalmente se une con el río Chimbo. Desafortunadamente, no se pudo acceder a tomar muestras en el río Alumbre ya que no existen medios de acceso a este sitio. En esta microcuenca, es necesario, al igual que en Illangama, iniciar procesos de protección de los remanentes de bosques y de establecimiento de zonas de protección de riberas y el cercado de las zonas de un alto interés para la provisión de agua. Los datos recolectados sobre macroinvertebrados acuáticos de la zona son los primeros obtenidos y servirán de referencia para futuros estudios y para el desarrollo y aplicación de índices de calidad del agua para las zonas andinas del Ecuador.

En el Ecuador se ha determinado previamente que uno de los factores que más afecta a los ríos andinos son la expansión de la frontera agrícola, el aumento de la población y la contaminación orgánica (Jacobsen, 1998; Roldán, 1999). Estos problemas son los que se han identificado en ambas microcuencas y se necesita iniciar procesos que permitan mejorar las prácticas agrícolas y ganaderas en coordinación con las comunidades y las organizaciones locales. Estos procesos permitirán reducir la presión sobre los cuerpos de agua y los niveles de contaminación orgánicos que afectan a la calidad del agua de estas microcuencas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La calidad del agua en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre se encuentra aun en buen estado en la mayoría de los sitios estudiados; sin embargo, es preocupante el nivel que alcanza las coliformes fecales a lo largo de las dos microcuencas en estudio.

- El monitoreo hidrobiológico mediante la combinación de parámetros físico-químicos, macroinvertebrados acuáticos y microbiología ha demostrado ser una herramienta muy útil y de gran importancia para la gestión de los recursos hídricos y que se presenta como una alternativa probada para la evaluación de la calidad de agua.
- Utilizar la medición de coliformes fecales y totales como una herramienta para la detección de contaminación de los cuerpos de agua y de las fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades.
- Iniciar un proceso de concientización con las comunidades sobre la importancia de determinar espacios adecuados para la realización del pastoreo en especial en la zona del páramo de arenas en la microcuenca del río Illangama.
- Desarrollar e implementar buenas prácticas agrícolas y ganaderas como una herramienta para reducir la contaminación de los cuerpos de agua.
- Establecer medidas de protección de los remanentes de bosque en la microcuenca del río Alumbre pues son muy importantes en la regulación de la calidad y cantidad del agua de la zona.
- Establecer zonas de protección de riberas y de vertientes mediante cercados y establecimiento de abrevaderos para animales.

V. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R.; Ríos, B.; Rieradeval, M. y Prat, N. 2008. *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (C.E.R.A) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú*. Enviado a Limnetica.

Armitage, P.; Moss, D.; Wright, J. y Furse, M. 1983. The performance of a new biological water quality score based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17:333-347.

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–SANREMCSP–SENACYT. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.

Calles, J. 2008. *Estado de la calidad del agua utilizando bioindicadores acuáticos (macroinvertebrados) en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar, Ecuador*. EcoCiencia. Quito-Ecuador. 31 pp.

Calles, J. 2007. *Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar*. EcoCiencia. Quito-Ecuador. 30 pp.

Calles, J. y Salvador, D. 2006. *Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas del río Alumbre e Illangama, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar*. EcoCiencia. Quito-Ecuador. 63 pp.

Carrera, C. y Fierro, K. 2001. *Manual de monitoreo. Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua*. EcoCiencia. Quito.

Constitución de la República del Ecuador. 2008. Nueva Constitución de la República del Ecuador. Artículo 12 título 2, derechos –Capítulo Segundo: Derechos del buen vivir, sección primera: agua y alimentación. 217 pp.

INIAP. 2008. *Sistema de Información Geográfica de la Subcuenca del río Chimbo, Bolívar-Ecuador*. Red de Monitoreo Climático. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

Jacobsen, D. 1998. *The Effect of Organic Pollution on the Macroinvertebrate Fauna of Ecuadorian Highland Streams*. Arch. Hydrobiol., 143(2): 179-195.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.

Roldán, G. 1999. *Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 23(88):375-387.

Roldán, G. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. 2ª ed. Editorial Presencia. Bogotá, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1.

Valores de referencia de los índices BMWP/Col y ABI para las familias de macroinvertebrados.

Orden	Familia	ABI	BMWP/Col
Plecoptera	Perlidae	10	10
Plecoptera	Gripopterygidae	10	Sv
Ephemeroptera	Baetidae	4	7
Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	7
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10	9
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	10	10
Odonata	Aeschnidae	6	6
Odonata	Libellulidae	6	6
Odonata	Polythoridae	10	10
Hemiptera	Veliidae	5	8
Hemiptera	Gerridae	0	8
Coleoptera	Elmidae	5	6
Coleoptera	Hydrophilidae	3	3
Coleoptera	Psephenidae	10	10
Coleoptera	Ptilodactylidae	5	10
Coleoptera	Scirtidae	5	7
Trichoptera	Calamoceratidae	10	10
Trichoptera	Glossosomatidae	7	7
Trichoptera	Helicopsychidae	10	8
Trichoptera	Hydrobiosidae	8	9
Trichoptera	Hydropsychidae	5	8
Trichoptera	Leptoceridae	8	8
Trichoptera	Odontoceridae	10	10
Diptera	Blepharoceridae	10	10
Diptera	Chironomidae	2	2
Diptera	Psychodidae	3	7
Diptera	Simuliidae	5	8
Diptera	Tabanidae	4	4
Diptera	Tipulidae	5	3
Acarina		4	sv
Hyrudinae		sv	3
Amphipoda		6	7
Planariidae		5	7
Oligochaeta		1	1
Gordioidea		Sv	10
Bivalvia		2	sv

Sv: sin valor

Anexo 2.

Valores de referencia para la interpretación de la calidad del agua con los índices BMWP/Col y ABI.

Calidad	BMWP/Col	Significado
Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias
Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Valores de referencia para el Illangama	
Calidad	ABI
Muy bueno	>68
Bueno	42-68
Regular	25-41
Malo	11-24
Muy malo	<10

Valores de referencia para el Alumbre	
Muy bueno	ABI
Muy bueno	>112
Bueno	69-112
Regular	41-68
Malo	18-40
Muy malo	<17

Diversidad arbórea y arbustiva en la subcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre

RESUMEN

En Ecuador, el proceso de pérdida de la biodiversidad es producto de actividades como el exceso de pastoreo del ganado, producción agrícola en áreas marginales y deforestación, entre otros, que afectan la capacidad regenerativa de las especies vegetales y que conllevan no solo a la degradación del capital natural, sino además provoca repercusiones socioeconómicas en el bienestar de las familias campesinas. Este es el caso de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre donde los sistemas productivos relevantes son: papa-leche y maíz-fréjol, respectivamente. Esta investigación se desarrolló en la franja altitudinal entre los 2 000 y 3 600 m y el propósito fundamental fue identificar las especies arbóreas y arbustivas nativas que se localizan en los márgenes de los ríos y en las áreas de recarga hídrica, con el propósito de proteger, manejar y conservar las áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental. Para el desarrollo de este estudio se implementaron transectos de observación en áreas cercanas a las fuentes de agua. La segunda fase correspondió a la clasificación taxonómica e identificación de especies arbóreas y arbustivas, que pueden contribuir a la recuperación y protección de las áreas identificadas como altamente vulnerables. El proceso fue participativo debido a que los productores se involucraron en el muestreo de las especies y definieron el valor de uso. Los resultados obtenidos señalan mayor riqueza de especies arbóreas y arbustivas en la microcuenca del Alumbre, en cambio, en la del Illangama se da mayor valor de uso a las especies prevalentes como pino.

Palabras clave: sistemas de producción; análisis de vulnerabilidad; capital natural; georeferenciación de fincas; zonas de recarga hídrica.

I. INTRODUCCIÓN

La pérdida de bosques se constituye en uno de los problemas ambientales de mayor magnitud en el país. Se estima anualmente que se pierden 180 000 ha de bosques (FAO, 2000), lo cual significa que la tasa de deforestación anual asciende al 1,6%, la segunda más alta de América del Sur. Los relictos de bosque andinos están fragmentados y solo algunos pocos tienen gran extensión (MAE, 2008).

La deforestación en Ecuador ha conducido a reducciones en la disponibilidad de madera y otros productos comerciales forestales, así como a una disminución de la oferta de servicios ecosistémicos claves, como la protección de acuíferos, el mantenimiento de la productividad de los suelos y la integridad ambiental en su conjunto. La explotación forestal es una de las fuentes de mayor impacto sobre la biodiversidad, particularmente en lo que concierne a su fase de extracción. Esta fase, por sus características de extracción masiva y no sostenible, produce una migración de especies animales, fenómenos de erosión de los suelos y gradualmente, es un incentivo al cambio de uso del suelo (República del Ecuador, 2000). A esta disminución de la superficie de los bosques se suma la degradación de los remanentes por el sobre pastoreo del ganado vacuno, ovino y caprino y las actividades extractivas no controladas como la extracción de leña, madera y extracción para la producción de carbón.

Los bosques nativos se convierten año tras año en tierras agrícolas y pastizales para compensar la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas por factores naturales o antropogénicos (De Rham y Van Dam, 2005). Los humedales alto-andinos juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas, así como de otros sistemas hidrográficos. Estos ecosistemas mantienen una diversidad biológica única, que se caracteriza por un alto nivel de endemismo de plantas y animales y que además cumplen funciones ecológicas dentro de ellos (Ramsar, 2005).

Los bosques alto andinos, al igual que los páramos, son dos de las áreas especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático tanto en su flora cuanto en la fauna y sus posibilidades de adaptación al cambio son más restringidas que para otros ecosistemas del Ecuador. La biodiversidad presente en estos ecosistemas se constituye en una de las riquezas naturales

del país, que junto al agua y el suelo, son los recursos básicos en los que se fundamenta la producción agropecuaria (Hofstede *et al.*, 2003).

Por los antecedentes señalados, el presente estudio sobre biodiversidad arbórea y arbustiva, desarrollado durante los años 2008 y 2009, en la subcuenca del río Chimbo, es una alternativa de investigación que apunta al manejo sostenible de las áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental identificadas a lo largo de esta subcuenca. Para ello, se planteó: 1) identificar las especies arbóreas y arbustivas nativas presentes en áreas de recarga hídrica y con valor de uso tanto para la protección, manejo y conservación de las áreas de alta vulnerabilidad física, ambiental y en las estrategias de sustento de las familias productoras; 2) realizar un análisis participativo del valor de uso de las especies arbóreas y arbustivas en las dos microcuencas; y 3) analizar las coberturas temáticas agrológicas de las dos microcuencas para definir las áreas con vocación a procesos de forestación y reforestación, a través de sistemas agroforestales y silvopastoriles.

La hipótesis, de la cual se partió, es que existen dentro de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas con distinto valor de uso para las poblaciones locales y que además favorecen la conservación del capital natural de la zona.

II. METODOLOGÍA

2.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS

Para determinar el estado de la biodiversidad arbórea, se evaluaron factores como la riqueza, densidad y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en las zonas de recarga hídrica, que además tuvo un enfoque participativo e incluyente de las poblaciones en las dos microcuencas. Se consideró la percepción local para definir el valor de uso de las especies dentro de las estrategias de sustento familiar y con la ayuda de los productores de las unidades piloto, se fotodocumentaron las especies nativas. Además, se implementaron transectos permanentes de observación de 500 m² para caracterizar a las especies arbóreas y arbustivas en remanentes de bosques y parches de bosque (Cruz, 2007a y b). Todo este proceso fue acompañado del levantamiento de información georeferenciada para la generación de un sistema de información geográfica, tanto de los transectos como de las unidades piloto.

Compilado el material vegetativo y localizado geográficamente, los materiales fueron trasladados al Herbario Nacional para su respectiva identificación taxonómica. Una vez identificados los materiales y cuantificado el número de individuos por especie dentro de los transectos, se procedió a calcular los índices de diversidad por microcuenca.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON CONFLICTOS DE USO EN LAS MICROCUENCAS

Para cuantificar las áreas con vocación forestal en las dos microcuencas, se utilizó la información generada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través del Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (SIGAGRO). Se emplearon las coberturas temáticas del uso potencial del suelo para las dos microcuencas y se definieron las áreas con vocación forestal. Un aspecto importante es que todas estas áreas corresponden a superficies que en la actualidad se destinan a la producción agropecuaria, es decir se identificaron conflictos de uso con relación a su vocación agrológica.

2.3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS PARA PLANES DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN

Para definir las especies arbóreas y arbustivas, que podrían utilizarse en planes de forestación y reforestación, mediante la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles, se consideraron dos aspectos: las especies con mayor presencia en las zonas de recarga hídrica y alrededor de las fuentes de agua; además de la percepción local en cuanto al valor de uso dentro de los sistemas de sustento.

2.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Luego de obtener la información taxonómica de las especies de árboles y arbustos encontrados en las áreas de recarga hídrica y en parches de bosques ribereños, se procedió a calcular los índices de biodiversidad de *Shannon – Weaver* (Feinsinger, 2003) y el índice inverso de *Simpson* (Feinsinger, 2003) para identificar la microcuenca con mayor diversidad arbórea

y arbustiva. Las fórmulas de cálculo utilizadas para definir los índices de diversidad se presentan a continuación:

Índice Shannon - Weaver

$$H = - \sum_{i=1}^r [p_i \ln p_i] \quad (1)$$

Donde H representa el valor del índice de Shannon – Weaver

$$p_i = n_i/N$$

n_i = número de individuos por especie

N = total de individuos identificados

$\ln p_i$ = logaritmo natural (Feinsinger, 2003).

Índice Inverso de Simpson

$$C_{inv} = 1 / \sum_{i=1}^S [n_i (n_i - 1) / N(N-1)] \quad (2)$$

Donde C_{inv} representa el valor del índice Inverso de Simpson

n_i = número de individuos por especie

N = total de individuos identificados (Feinsinger, 2003).

Además, se realizaron análisis de contingencia con tablas de frecuencias al total, por filas y columnas representadas en porcentaje y Pruebas χ^2 , para determinar la dependencia entre la riqueza de especies y la micro-cuenca en estudio. La fórmula de cálculo se la describe a continuación.

Prueba χ^2 de Pearson

$$\chi^2 = \sum_i (V_{oi} - V_{ei})^2 / V_{ei} \quad (3)$$

Donde:

V_o = Valores observados

V_e = Valores esperados² (Di Rienzo *et al.*, 2001)

Por otra parte, se generó información georeferenciada para la elaboración de mapas de vulnerabilidad física, uso actual del suelo tanto en la subcuenca como en las unidades piloto del proyecto, además de mapas de

ubicación de los transectos dentro de los remanentes y parches de bosque en las dos microcuencas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias entre las microcuencas en cuanto a la riqueza de familias arbóreas y arbustivas. A nivel de la subcuenca del río Chimbo, en las zonas de recarga hídrica, se han identificado alrededor de 165 especies arbóreas y arbustivas pertenecientes a 79 familias (Cuadros 1 y 2). En la microcuenca del río Illangama se identificaron 47 especies que pertenecen a 30 familias, mientras que en la microcuenca del río Alumbre 118 especies que forman parte de 49 familias. Se encontró que especies de 17 familias son comunes a las dos microcuencas, es decir que se encuentran en las dos zonas, pese a la diferenciación altitudinal y las condiciones ambientales. Se identificó mayor riqueza de familias de especies arbóreas y arbustivas en la microcuenca del río Alumbre, lo cual se representa en los valores más altos de los índices Shannon-Weaver H' y Simpson obtenidos.

Cuadro 1.

Análisis comparativo de la biodiversidad arbórea y arbustiva entre las dos microcuencas en estudio. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Indicadores/Microcuencas	Illangama	Alumbre
Total individuos (N)	53	151
Riqueza familias	30	49
No. total de especies (S)	47	118
Índice de Shannon – Weaver H' ($\log^e$)	3,94	4,87
Índice de Simpson	31,78	110,08

Fuente: Cruz y Chamorro, 2009.

De acuerdo a Añazco *et al.* (2004), los bosques andinos son poseedores de una invaluable riqueza en biodiversidad, considerándose a la misma como el producto forestal no maderable (PFNM) que tiene el Ecuador. Jorgensen y León (1999) señalan que la mayor diversidad de especies vasculares del Ecuador está en la zona andina y que esta riqueza se atribuye a la diversidad de

climas, al gran rango de altitudes debido a la presencia de los Andes, a los tipos de suelo, al efecto de los vientos alisios y monzónicos del Atlántico que chocan en los flancos orientales de la cordillera andina y a su complejidad geomorfológica. La microcuenca del río Alumbre está situada en una zona de transición entre la sierra y la costa ecuatoriana, con niveles de precipitación entre 1 000 y 3 000 mm y temperaturas que oscilan entre 18 y 24 °C. Estas condiciones pudieron haber favorecido la mayor diversidad arbórea y arbustiva registrada en esta microcuenca con relación a la del Illangama.

Cuadro 2.

Familias y especies representativas de árboles y arbustos con valor de uso para las poblaciones en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Microcuenca del río Illangama		Microcuenca del río Alumbre	
Familias	Especies	Familias	Especies
Asteraceae	Diplostegium floribundum, D. glandulosum, Gynoxis sodiroi, Aristeguietia glutinosa, Barnadesia spinosa, Chuquiragua, Pappobolus imbaburensis, Tagetes caracasana	Solanaceae	S. asperolanatum, S. oblongifolium, S. aphyodendron, Cestrum megalophyllum, C. tomentosum, Cuatresia sp., S. altissimum, S. umbellatum, S. abitaguense, S. aff. Leptopodium
Lamiaceae	Salvia corrugata, S. fluculosa, Lepechinia bullata	Asteraceae	Critoniopsis sodiroi, Piptocomoa discolor, Vernanthura patens, Erato sodiroi, Erato polymnioides, Smilax fruticosa, Dendrophorbium litorens
Buddlejaceae	Buddleja aff. tucumanensis, B. incana	Lauraceae	Nectandra, Ocotea floribunda, O. sodiroana, Nectandra acutifolia, Nectandra laurel
Solanaceae	Saracha quitensis, Datura sanguinea, Cestrum peruvianum	Piperaceae	Piper longispicum, P. bogotense, P. barbatum, P. obtusilimbum
		Euphorbiaceae	Euphorbia pulcherima, Alchornea glandulosa
		Melastomataceae	Miconia rivetii, M. theizans, Monochaetum lineatum, M. hatwegianum
		Urticaceae	Myriocarpa sp.
		Solanaceae	S. asperolanatum, S. oblongifolium, S. aphyodendron, Cestrum megalophyllum, C. tomentosum, Cuatresia sp., S. altissimum, S. umbellatum, S. abitaguense, S. aff. Leptopodium

Fuente: Cruz y Chamorro, 2009.

Considerando la vocación de los suelos presentes en las dos microcuencas en estudio, se estima que alrededor de 3 852 ha en la microcuenca del río Illangama y 2 275 ha en la microcuenca del río Alumbre son idóneas para la plantación forestal bajo sistemas agroforestales y silvopastoriles, con el propósito de proteger, manejar y conservar el capital natural. Las familias arbóreas y arbustivas más representativas en la microcuenca del río Alumbre corresponden a las familias *Solanaceae*, *Asteraceae*, *Lauraceae*, *Piperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Melastomataceae* y *Urticaceae*. En cambio, en la microcuenca del río Illangama las familias más representativas corresponden a *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Buddlejaceae* y *Solanaceae* (Cuadro 2).

Un aspecto importante de resaltar en cuanto a la riqueza de las especies dentro de las unidades piloto del programa, es que la presencia depende de los distintos valores de uso o aplicaciones dentro de las estrategias de sustento de las familias productoras. Varios son los valores de uso señalados por las familias, pero son diferentes a nivel de las microcuencas. Por ejemplo, en la microcuenca del río Illangama las familias tienen mayor interés por especies que puedan utilizarse para el abastecimiento de forraje para el ganado; abastecimiento de leña; abastecimiento de medicina humana y animal; formación de barreras vivas, cercas vivas y muertas; materia prima para abonos; extracción de colorantes y fibras; jaboncillo; provisión de madera; protección de fuentes de agua y protección del suelo; entre otros. En esta microcuenca, se evidenció que los pobladores conocen más usos y aplicaciones de las especies arbóreas y arbustivas nativas, a diferencia de los pobladores de la microcuenca del río Alumbre, quienes desconocen las aplicaciones de muchas especies y muestran mayor interés y conocimiento por especies para la extracción de madera.

En los Andes ecuatorianos, existen especies vegetales nativas con usos potenciales, cuyo manejo y aprovechamiento puede proveer de frutos, medicinas, alimento, leña, maderas para fines múltiples. Los ecosistemas andinos brindan valiosos bienes y servicios que son reconocidos en parte por la población local, sin embargo, este ecosistema se encuentra fuertemente amenazado debido a las presiones ejercidas por las poblaciones que lo habitan y que son la causa de su disminución y en ciertas regiones, de su desaparición (MAE, 2008).

De acuerdo a Reid *et al.* (2005), todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que éstos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. Sin embargo, frente a este hecho innegable, en los últimos 50 años, los seres humanos hemos transformado y degradado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. La degradación de los servicios de los ecosistemas, está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza, conflicto social y con consecuencias importantes sobre el bienestar humano. Una vez que un ecosistema ha sufrido un cambio abrupto, la recuperación hasta alcanzar el estado original es lenta, costosa y en ocasiones incluso imposible.

Considerando la vocación de los suelos presentes en las dos microcuencas en estudio, se estima que alrededor de 3 852 ha en la microcuenca del río Illangama (Figura 1) y 2 275 ha en la microcuenca del río Alumbre (Figura 2) son idóneas para la plantación forestal bajo sistemas agroforestales y silvopastoriles, con el propósito de proteger, manejar y conservar el capital natural.



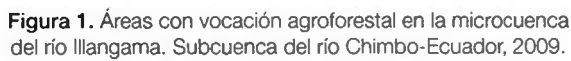


Figura 1. Áreas con vocación agroforestal en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Existen diferencias en cuanto a la riqueza de especies en las dos microcuencas. En la microcuenca del río Alumbre se registró mayor número de riqueza de familias de especies arbóreas y arbustivas (49 familias), a diferencia de la microcuenca del río Illangama (30 familias).

En la microcuenca del río Alumbre se identificaron 118 especies pertenecientes a 49 familias de especies arbóreas y arbustivas, en tanto que en la microcuenca del río Illangama se identificaron 47 especies pertenecientes a 30 familias.

Los índices de biodiversidad de *Shannon-Weaver* y de *Simpson* coinciden en identificar a la microcuenca del río Alumbre como la más biodiversa para especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas.

Dentro de las especies arbóreas y arbustivas identificadas en la microcuenca del río Alumbre, se distinguen dos grupos, un grupo de especies nativas y otro de especies endémicas (9). Este último grupo se trata de especies propias de esa región. En la microcuenca del río Illangama, sucede algo similar identificándose siete especies endémicas.

Las familias productoras de la microcuenca del río Illangama tienen interés por especies con distintos valores de uso desde medicinal, alimenticio, obtención de materias primas, leña, protección y cercas vivas, fundamentalmente; mientras que en la microcuenca del río Alumbre, los pobladores tienen interés por especies para la obtención de madera principalmente de la familia de las lauráceas.

De forma general, la población identifica siete categorías de valor de uso de las especies, abastecimiento de alimento humano y animal, abastecimiento de combustible (leña y carbón), extracción de madera, aprovisionamiento de medicina, formación de barreras y cercas vivas, materia prima para artesanías y protección de los recursos suelo y agua. Es necesario señalar que la población de la microcuenca del río Alumbre solo identificó la función de extracción de madera.

Analizando las coberturas temáticas de uso potencial del suelo en las dos microcuencas, se determinaron áreas en conflicto entre el uso potencial y el uso actual. Por ejemplo, en la microcuenca del río Illangama existen 3 852 ha que tienen vocación forestal y que actualmente se dedican a la producción agropecuaria, mientras que en la microcuenca del río Alumbre existen 2 275 ha con vocación forestal utilizadas para la producción agrícola en especial.

4.2. RECOMENDACIONES

Debido a la disponibilidad de los estudios científico-técnicos sobre vulnerabilidad física y ambiental, tanto a nivel de las microcuencas y a nivel de unidades piloto, identificación de especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas que pueden utilizarse para plantación y reforestación de áreas frágiles, se recomienda que los gobiernos locales, el gobierno nacional, o proyectos como Socio Bosque inviertan para la protección y conservación del capital natural en la subcuenca del río Chimbo.

Sería conveniente introducir dentro de los sistemas productivos de sustento, especies arbóreas y arbustivas bajo sistemas agroforestales o silvo-pastoriles debido a que las 3 852 ha determinadas con vocación forestal, en la microcuenca del río Illangama y las 2 275 ha en la microcuenca del río Alumbre, se utilizan en la producción agropecuaria y sería muy difícil económicamente que las familias productoras las destinen solo a la plantación forestal.

Se recomienda que las instituciones que disponen de recursos financieros para realizar inversiones orientadas a la conservación del capital natural se vinculen a través de alianzas estratégicas, se capaciten y se generen agendas compartidas para la ejecución de acciones en la Gestión Integrada de Cuencas.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Añazco, M.; Lojan, L. y Yaguache, R. 2004. *Productos forestales no madereros en el Ecuador (PFNM): una aproximación a su diversidad y usos*. DFC/FAO/Ministerio del Ambiente del Ecuador/Gobierno de los Países Bajos. Quito.
- Cañadas, L. 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización –PRONAREG– y Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAG. Quito, Ecuador.
- Cruz, E. y Chamorro, F. 2009. *Biodiversidad arbórea y arbustiva en la subcuenca del río Chimbo: microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre*. Informe Anual SANREM CRSP. Quito-Ecuador. 12 pp.
- Cruz, E. 2007a. *Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el bienestar de los productores ganaderos para la implementación de sistemas silvopastoriles en Copán – Honduras*. Tesis de grado para el título de *Magister in Science*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 126 pp.
- . 2007b. *Uso de la biodiversidad presente en las unidades de producción ganadera en la subcuenca del río Copán – Honduras*. Informe técnico. CATIE, Turrialba. Costa Rica. 60p.
- De Rham, P. y Van Dam. 2005. *Bosque nativo en el mundo campesino andino*. Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos – PROBONA, COSUDE-INTERCOOPERATION. Quito-Ecuador. Activa Digital. pp. 20-42.
- Di Rienzo, J.; Balzarini, M.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, E.; Díaz, M. y Robledo, C. 2001. *Estadística para las ciencias agropecuarias*. Edición electrónica. Cuarta edición. Córdoba. Argentina. pp. 12 – 13, 16 – 30.
- FAO. 2000. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Proyecto para la generación de información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos, usos de la biodiversidad y derechos de la propiedad genética. Disponible en www.fao.org/docrep/009/j7353s/j7353s11.htm.
- Feinsinger, P. 2003. *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 147-162.
- Flora, C.; Flora, J. and Fey, S. 2004. *Rural Communities: Legacy and Change*. (2nd edition) Boulder. CO: Westview Press, United States. pp. 17 – 20, 60-66.
- Hofstede, R.; Segarra, P. y Mena, P. 2003. *Los páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. UICN/Globlal Peatland Initiative/EcoCiencia. Quito. pp. 14-19.
- Infostat. 2009. *Manual del usuario*. Argentina, Grupo InfoStat –FCA-Universidad Nacional de Córdoba. Primera edición 306p.
- Jiménez, F.; Faustino, J. y Campos, J. 2006. *Bases conceptuales de la coestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Innovación, aprendizaje y comunicación para la coestión adaptativa de cuencas*. CATIE-ASDI. Turrialba. pp. 1-20.

- Jorgensen, V. y León, V. 2000. *Catálogo de especies vasculares en Ecuador*. Missouri Botanical Garden. Consultado el 18 de junio del 2009. Disponible en <http://www.mobot.org/MOBOT/research/ecuador/searchsp.shtml>
- MAE. 2008. *Política de ecosistemas andinos del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Subsecretaría de Capital Natural-Dirección Nacional Forestal. 74 pp.
- Ramsar. 2005. *Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales altoandinos*. Esta estrategia ha sido aprobada por Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú y Venezuela.
- Reid, W.; Mooney, H.; Cropper, A.; Capistrano, D.; Carpenter, S.; Chopra, K.; Dasgupta, P.; Dietz, T.; Duraipappah, A.; Hassan, R.; Kasperson, R.; Leemans, R.; May, R.; McMichael, T.; Pingali, P.; Samper, C.; Scholes, R.; Watson, R.; Zakri, A.; Zhao, S.; Ash, N.; Bennett, E.; Kumar, P.; Lee, M.; Raudsepp-Hearne, C.; Simons, H.; Thonell, J. & ZUREK, M. 2005. *Ecosystems and human well – being. Millennium Ecosystem assessment*. Disponible en: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf> (Consultado el 12 de enero de 2009).
- República del Ecuador. 2000. *Diagnóstico ambiental del Ecuador*. Departamento Regional de Operaciones 3, División de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. 39 pp.

Zonificación agroecológica de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre: contexto sectores dispersos

RESUMEN

La Zonificación Agroecológica en un contexto de sectores dispersos (ZAE), ha demostrado ser una herramienta que contribuye en el proceso de planificación y gestión del desarrollo sustentable en varios países en desarrollo. La ZAE se obtiene en base a un análisis integral de los elementos ambientales, físicos y socioeconómicos de un área de estudio, que determina zonas homogéneas para sugerir criterios de manejo sostenible para cada una de estas. El estudio se realizó para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre en la subcuenca del río Chimbo, en donde los criterios se enfocaron hacia el manejo, prevención, producción, recuperación y/o conservación, principalmente. El método utilizado para este análisis se basó en estudios previos, que sirvieron de referencia para seleccionar algunos de los criterios especializados, e integrar otros idóneos para el área de estudio. Además del criterio de expertos, dicha selección se limitó a la existencia de información relevante para la construcción y análisis espacial de cada una de las variables. Los resultados de la zonificación muestran una categorización de cinco clases, algunas de ellas especiales para cada microcuenca, y que conjuga unidades tan diferentes entre sí, como para requerir acciones y un manejo especial en cada una de ellas, de acuerdo a su condición socioeconómica, ambiental y biofísica. En la microcuenca del río Illangama, las zonas de conservación y recuperación ocupan el 76,45% de la misma, con un 34,78% y 41,67% respectivamente, y en la microcuenca del río Alumbre, las zonas con la categoría de conservación ocupan el 11,99% de su territorio.

Palabras clave: región andina; zonificación; cuenca hidrográfica; agroecológico; análisis integral.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones geográficas de un país o región inciden sobre su desempeño económico a través de la productividad agrícola y la salud de la población (Galvis, 2001). En este sentido se recopila e interpreta información que ayuda a entender la dinámica geográfica en las zonas de estudio, añadiendo insumos que afinan dicha dinámica como son temas relacionados con la situación de la población que vive en estas zonas.

La Zonificación Agroecológica (ZAE) es una herramienta de planificación obtenida en base a un análisis integral de los elementos ambientales, físicos y socioeconómicos de un área de estudio, y determina zonas homogéneas para el manejo sostenible e integral del área en cuestión.

En las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, la ZAE es sumamente relevante ya que esta puede ser un instrumento útil para enriquecer las discusiones orientadas a la toma de decisiones relacionadas con el manejo sustentable de los recursos naturales en el contexto de las unidades hídricas de estas microcuencas. Para el análisis se dispuso, entre los insumos físicos, de información oficial generada por instituciones nacionales como el Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (SIGAGRO), insumos socioeconómicos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), y específicamente información generada a lo largo de los primeros años del proyecto INIAP-SANREM CRSP-SENACYT por las instituciones participantes. Entre estos últimos constan el estudio de Línea Base Socioeconómica del proyecto, los análisis de cambio de cobertura vegetal, las evaluaciones de biodiversidad, el monitoreo hidrobiológico del área, y estudios económicos específicos, entre otros.

Se parte de entender que al poseer una caracterización técnica de una unidad hídrica así como una acertada interpretación socioeconómica de la dinámica que en la misma se realiza, se pueden identificar zonas de propiedades similares en un territorio. Con ello, existen mayores posibilidades de canalizar un manejo positivo de los recursos naturales, así como alternativas para mejorar los ingresos por familia de los habitantes de las microcuencas en estudio.

En esta investigación se enfocan cuatro partes principales; en primer lugar, se presenta la propuesta metodológica basada en varios autores, la cual fue sometida a validación con el equipo técnico del proyecto. En segundo lugar, se hace un análisis específico con el interés de integrar variables económicas como costos de producción, analizando la representatividad de los datos obtenidos en la Línea Base socioeconómica para evaluar su pertinencia en la zonificación. Posteriormente, se presentan los resultados, en sí la propuesta de zonificación una vez integrados los criterios de valoración de las variables implicadas, y analizadas espacialmente de una en una. Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como producto del proceso desarrollado.

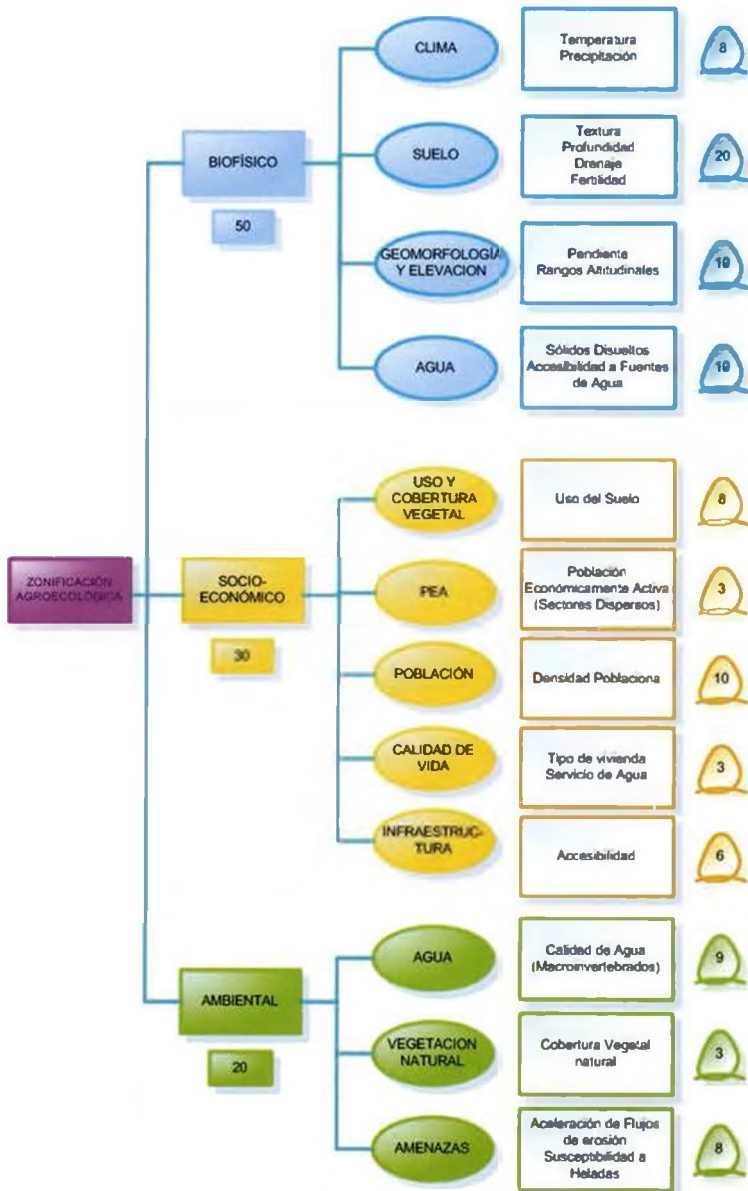
II. METODOLOGÍA

2.1. MODELO CONCEPTUAL

La zonificación agroecológica con contexto en zonas dispersas, es el resultado de la integración de variables biofísicas, socioeconómicas y ambientales, que representan la diversidad de factores que intervienen en la descripción de la aptitud de una zona de estudio.

Una vez seleccionadas las variables a ser integradas, en función de la bibliografía consultada, conocimiento y valoración de los especialistas técnicos, así como la disponibilidad de las mismas, se procedió a la construcción espacial de las variables y a su unificación.

El análisis de integración de las variables mencionadas requiere de un modelo conceptual (Figura 1) en función del cual se representa la dinámica de influencia de todos y cada uno de los factores establecidos para conseguir áreas homogéneas de manejo.



PEA: Población Económicamente Activa

Figura 1. Modelo conceptual – Zonificación Agroecológica.

2.2. CRITERIOS Y VALORACIÓN DE COMPONENTES

Cada componente, subcomponente, variable y subvariable han sido ponderadas en base al conocimiento de expertos de la temática y de las zonas andinas, referidos en trabajos preliminares, y de los técnicos participantes en la investigación.

La escala de ponderación de componentes, subcomponentes, variables y subvariables, tiene un gran rango que va entre 0 y 100 puntos, siendo los valores mínimo y máximo respectivamente. En este rango se han asignado los mayores puntajes a las zonas aptas para actividades agrícolas, y los menores a las zonas que carecen de estas aptitudes, o que podrían orientarse a actividades como la conservación. Esta repartición del territorio ha dado como resultado la espacialización de las zonas agroecológicas.

El gran rango se construye por la sumatoria de los puntajes obtenidos para cada pixel por los componentes, subcomponentes, variables y subvariables, como se puede observar en el Cuadro 1. Las zonas marcadas en lila en la tabla de métodos, resaltan la inexistencia de la condición en la zona específica.

Cada subcomponente y variable han sido ponderadas en función de criterios especialistas, así como las subvariables. Estas últimas ranqueadas y calificadas de acuerdo a las propiedades reales de cada microcuenca, y en función de bibliografía específica relacionada con cada tema.

Así, según la metodología consultada se ponderan las variables dándoles un valor entero a cada una de ellas, determinando para cada componente dicho valor de acuerdo a su grado de influencia dentro del estudio. Estos valores sumados llegan a 100 (Beltrán *et al.*, 2007).

De la misma manera fueron ponderadas las variables y subvariables, logrando que los valores máximos asignados sumen los valores correspondientes a cada subcomponente y variable, respectivamente.

En el Cuadro 1, se encuentran descritos de manera concisa los métodos y criterios utilizados para la zonificación. Además, se presentan los criterios de selección de cada variable considerada, mientras los criterios de valoración a detalle se explican en el informe técnico original, en la sección de la caracterización de variables.

Cuadro 1.
Síntesis de componentes, variables y subvariables y ponderaciones de acuerdo a criterios especializados.

COMPONENTE	MAPA	Ponderación Mapa	VARIABLE	Ponderación Variable	SUBVARIABLE Illangama	Ponderación Subvariable Illangama	SUBVARIABLE Alumbre	Ponderación Subvariable Alumbre	CONCEPTO
BIOFÍSICO 50	CLIMA	8	Temperatura	3	1.5 - 6 °C	1	10.5 - 15 °C	3	Las temperaturas afectan la tasa de crecimiento del cultivo (que es máxima entre 20 a 31 °C si no hay restricciones de otros recursos). Además las temperaturas altas aceleran todas las etapas de desarrollo, lo que puede imitar el crecimiento. (Castellani p., 2006). Además enfocan la diversidad de los cultivos en función de la temperatura.
					6 - 10 °C	1	15 - 19 °C	3	
					>10 °C	3	> 19 °C	2	
			Precipitación	5	750 - 850 mm	3	800 - 900	4	Se presenta como uno de los factores determinantes en la producción de cosechas.
					850 - 900 mm	4	900 - 1000	5	
					900 - 950 mm	5	1000 - 1300	5	
	SUELO	20	Textura	6	media	6	media	4	La textura se refiere técnicamente a la clasificación de las partículas de acuerdo a su tamaño y la proporción en la que se encuentran. De acuerdo al tamaño de las partículas se clasifican en arenas (2.0 a 0.05 mm), limos (0.05 a 0.002 mm), y arcillas (menos de 0.002 mm), (SIGAGRO, 2006).
					gruesa - moderadamente gruesa	4	gruesa - moderadamente gruesa	6	
							fina - muy fina	2	
			Profundidad	7	roca - nieve - sin suelo	0	roca-nieve-sin suelo	0	Se define como profundidad efectiva del suelo al grosor de las capas del suelo y subsuelo en las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrientes y sistén, (SIGAGRO, 2006).
					profundo	7	profundo	7	
					moderadamente - profundo	6	moderadamente - profundo	6	
			Profundidad	7	superficial - poco profundo	3	superficial - poco profundo	3	
					roca - nieve - sin suelo	0	roca - nieve - sin suelo	0	

COMPONENTE	MAPA	Ponderación Mapa	VARIABLE	Ponderación Variable	SUBVARIABLE Illangama	Ponderación Subvariable Illangama	SUBVARIABLE Alumbre	Ponderación Subvariable Alumbre	CONCEPTO
BIOFÍSICO 50	SUELO	20	Drenaje	3	Excesivo	1	Excesivo	1	Es la rapidez con que el agua se des- plaza, ya sea por escurrimiento super- ficial o por su movimiento a través del perfil hacia espacios subterráneos.
					Bueno	3	Bueno	3	
					Moderado	2	Moderado	2	
					Mal drenado	1	Mal drenado	1	
			Fertilidad	4	muy alta - alta	4			El valor de fertilidad obedece a la integración de criterios como son pH, materia orgánica, suma de bases, capacidad de intercambio de cationes y saturación con bases. (SIGAGRO, 2006)
					medio	2	medio	2	
					bajo - muy bajo	1	bajo - muy bajo	1	
					roca - nieve - sin suelo	0	roca - nieve - sin suelo	0	
	GEOMORFOLO- GÍA Y ELEVACIÓN	12	Pendiente	6	0 - 12%	6	0 - 12%	6	El grado de pendiente puede de- terminar limitaciones ya sea de maquinización y riego o dificultades para el cultivo debido a la inclinación del terreno. A medida que el terreno presenta más pendiente requiere de más manejo, incrementando los costos de mano de obra y equipo. (SIGAGRO, 2006)
					12 - 25 %	5	12 - 25 %	5	
					25 - 50%	3	25 - 50%	3	
					> 50%	0	> 50%	0	
			Rangos Altitudinales (msnm)	6	2800 - 3200	6	1240 - 1700	6	Determinar la diversidad de cultivos en función de la altura potencial para el crecimiento de los mismos.
					3200 - 3800	4	1700 - 2200	4	
					3800 - 4200	2	2200 - 2600	2	
					4200 - 5000	0	2600 - 3200	0	
	AGUA	10	Caiidad de agua (Sólidos Disueltos)	5	23.00 - 30.33	0	Alta	0	Sólidos que se encuentran disueltos en el agua. Dependiendo del uso del suelo la cantidad de sólidos varía. En sitios agrícolas es mayor que en bosques. En arenales en mayor en pajonales. Un pastizal provoca menos sólido que un campo arado. Esta variable refleja los niveles de sedimen- tación en los ríos. (Calles, J.). Todos estos rangos son permisibles para aplicaciones agrícolas.
					30.33 - 60.25	3	Media	3	
					60.25 - 94.00	4	Regular	4	
					94.00 - 274.33	5	Baja	5	

COMPONENTE	MAPA	Ponderación Mapa	VARIABLE	Ponderación Variable	SUBVARIABLE Illangama	Ponderación Subvariable Illangama	SUBVARIABLE Alumbra	Ponderación Subvariable Alumbra	CONCEPTO
BIOFÍSICO 50	AGUA	10	Accesibilidad a Fuentes de Agua (horas)	5	0 - 0.025	1	0 - 0.025	1	Otra alternativa es garantizar la presencia de agua en la zona, para lo que es importante mantener las fuentes de agua, los bofedales, los manantes, los puquios, ya que el agua amortigua los cambios bruscos. Torres, 2003. Tomando en cuenta que las zonas inmediatamente adjuntas a los ríos deben ser consideradas zonas de protección.
					0.025- 0.20	5	0.025- 0.20	5	
					0.20 - 0.5	4	0.20 - 0.5	4	
					0.5 - 0.75	3	0.5 - 0.75	3	
SOCIOECONÓMICO 30	USO Y COBERTURA VEGETAL	8	Uso del Suelo	8	> 0.75	2	> 0.75	2	
					Cultivos - pastos	8	Cultivos - pastos	8	
					Cultivos - Vegetación Natural	6	Cultivos - Vegetación Natural	6	
					Natural	4	Natural	4	
	PEA - POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	3	Peas	3	Urbano - Sin Cobertura Vegetal	2	Urbano - Sin Cobertura Vegetal	2	Se diferencian las clases de uso de suelo generalizadas en Cultivos - Pastos, Cultivos - Vegetación natural, Natural y Zonas Urbanas y Sin Cobertura Vegetal.
					163 - 211 hab.	4	550 - 809 hab.	4	
					115 - 162 hab.	3	291 - 549 hab.	3	
	POBLACIÓN	10	Densidad Poblacional Hab / Ha	10	68 - 114 hab.	2	32 - 290 hab.	2	La existencia de un mayor número de habitantes económicamente activos, deriva más alternativas de producción agrícola, y representa mayor demanda en la capacidad de consumo. La fuente es el INEC, del censo 2001.
					> 15 hab/ha	10	> 15 hab/ha	10	
					5 - 15 hab/ha	8	5 - 15 hab/ha	8	
					< 5 hab/ha	4	< 5 hab/ha	4	La presencia de un mayor número de habitantes por unidad de terreno, supone mayor demanda de servicios básicos y a la vez, mayores posibilidades para el desarrollo de actividades productivas. A mayor densidad poblacional, mayor presión sobre el recurso suelo en un área determinada. La fuente es el INEC, del censo 2001

COMPONENTE	MAPA	Ponderación Mapa	VARIABLE	Ponderación Variable	SUBVARIABLE Illangama	Ponderación Subvariable Illangama	SUBVARIABLE Alumbre	Ponderación Subvariable Alumbre	CONCEPTO
SOCIOECONÓMICO 30	CALIDAD DE VIDA	3	Tipo de Vivienda	1	78- 100 %	1	88.71 - 100%	1	Representa el porcentaje de viviendas tipo casas que existe por sector disperso. Sus valores varían de 0 a 100 puntos y mientras más bajo es el valor peores condiciones sociales implica (es decir mayores necesidades), y viceversa. Si no tienen tipo de vivienda tipo casa entonces poseen madaguas, ranchos, covachas, o chozas. Esta información, disponible a nivel de sectores dispersos, fuente INEC y corresponde al censo 2001.
					56 - 78%	1	77.43 - 88.71%	1	
					34 - 56%	0.5	66.15 - 77.43%	1	
			Servicio Agua	2	62.31 - 93.47%	2	64.22 - 96.33%	2	Representa el porcentaje de servicio de acceso al agua por red pública existe por sector disperso. sus valores varían de 0 a 100 puntos y mientras más bajo es el valor peores condiciones sociales implica (es decir mayores necesidades), y viceversa. Si el acceso al agua no es por red pública, entonces la gente accede por pozos o directamente de los ríos. Esta información, disponible a nivel de sectores dispersos, fuente INEC y corresponde al censo 2001.
					31.15 - 62.31%	1	32.1 - 64.22%	1	
					0 - 31.15%	0.5	0 - 32.11%	0.5	
	INFRAESTRUCTURA	6	Accesibilidad (horas)	6	0 - 0.5	6	0 - 0.5	6	Se puede definir como el tiempo que se requiere para llegar a un punto de interés desde cualquier sitio ubicado en la zona de interés, tomando en cuenta el medio de transporte utilizado. Según Deichmann, 1997, la accesibilidad puede definirse como la capacidad de interactuar o de hacer contacto con sitios en que hay oportunidades económicas o sociales.
					0.5 - 1.0	5	0.5 - 1.0	5	
					1.0 - 1.5	4	1.0 - 1.5	4	
					1.5 - 2.0	3	1.5 - 2.0	3	
					2.0 - 3.0	2	2.0 - 3.0	2	
					> 3.0	1	> 3.0	1	

COMPONENTE	MAPA	Ponderación Mapa	VARIABLE	Ponderación Variable	SUBVARIABLE Ilangama	Ponderación Subvariable Ilangama	SUBVARIABLE Alumbre	Ponderación Subvariable Alumbre	CONCEPTO
AMBIENTAL 20	AGUA	9	Calidad de Agua Macroinvertebrados (Índice ABI)	9	> 68 (Muy bueno)	9	> 68 (Muy bueno)	9	Evalúa la calidad del agua en función del monitoreo de macroinvertebrados acuáticos, llevado a cabo con técnicas de colección de especies en campo, y para este caso con una frecuencia cuatrimestral.
					41 - 38 (Bueno)	7	41 - 38 (Bueno)	7	
					24 - 41 (Regular)	5	24 - 41 (Regular)	5	
					10 - 24 (Malo)	3	10 - 24 (Malo)	3	
	VEGETACIÓN NATURAL	3	Vegetación Natural	3	< 10 (Muy malo)	1	< 10 (Muy malo)	1	Se diferencian los niveles de intervención. Representa la vegetación natural en comparación con las zonas semintervenidas o zonas sin suelo, en el caso de los eriales. Predomina la ponderación de las zonas semintervenidas para el manejo y presencia agrícola.
					100% Vegetación Natural	1	100% Vegetación Natural	1	
					Intervención y Vegetación Natural	3	Intervención y Vegetación Natural	3	
					Eriales	0	Eriales	0	
	AMENAZAS	8	Aceleración de flujos - Erosión (Curvature - Profile)	5	-8.099 - -1.906	5	-8.099 - -1.906	5	El grado de amenaza de erosión se basa en el criterio de identificar zonas de alta probabilidad de erosión de acuerdo a su pendiente y al grado de aceleración por desprendimiento que se puede encontrar en esa pendiente en zonas descubiertas o sin cobertura vegetal.
					-1.906 - -0.539	3	-1.906 - -0.539	3	
					-0.539 0	2	-0.539 0	2	
					< 3°	0	< 3°	0	
			Suceptibilidad a heladas	3	> 3°	3	> 3°	3	En un resultado de zonificación la incidencia de las heladas puede ser determinante para el cultivo. Ante ello se decidió integrar esta variable de temperaturas mínimas del mes más frío como una amenaza natural, representando a la susceptibilidad a heladas.

2.3. PREPARACIÓN Y GENERACIÓN ESPACIAL DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

Previo a la espacialización de las variables consideradas dentro de cada componente de esta zonificación, se llevaron a cabo otros procesos, como recopilación de información. La información relacionada con cartografía base digital y suelos, se recopiló del organismo oficial competente, en este caso SIGAGRO. Estas variables están entre las clasificadas en el componente biofísico. Simultáneamente, otras variables como clima, elevación y agua fueron analizadas espacialmente para llevar a cabo el objetivo en cuestión, en la Unidad de Geografía de EcoCiencia con el apoyo del especialista ecólogo acuático en el caso de sólidos disueltos. Entre estas se analizaron las variables temperatura y precipitación para el subcomponente clima. Las variables pendientes (forma del terreno) y rangos altitudinales para el subcomponente elevación, y, sólidos disueltos y acceso al agua para el subcomponente biofísico agua.

Para el componente socioeconómico, se construyeron las variables de uso y cobertura vegetal; para Illangama, en base al análisis digital de la imagen ALOS 2007, con una resolución de 10 m, utilizando el método supervisado Feature Map. Mientras que para Alumbre se utilizó la cobertura vegetal disponible basada en fotografía aérea, construida por SIGAGRO, 2007. La validación de dichos mapas se realizó en función de la información de campo recopilada en las distintas visitas a las zonas de estudio.

Variables como población económicamente activa y número de habitantes se recopilaron directamente del INEC. Estos datos fueron adquiridos en dicha institución y están basados en el Censo del 2001, espacializados y georreferenciados por sectores dispersos para los cantones de Guaranda y Chillanes. Mientras que la variable calidad de vida, basada en el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI), fue creada en función de los datos por sectores dispersos proporcionados por el INEC para la evaluación de dicha variable.

Finalmente, la infraestructura que se considera dentro del componente socioeconómico involucra el análisis de accesibilidad a mercados en función de vías, tipo de vegetación, pendientes y ubicación de los centros de

comercio principales según el estudio de Línea Base llevado a cabo por el INIAP-SANREM CRSP-SENACYT en el 2006.

El último componente comprende las variables ambientales, representadas por calidad de agua en función del monitoreo de macroinvertebrados, y cobertura vegetal natural, donde se diferencian las zonas naturales de los mosaicos de vegetación natural e intervenida y los terrenos sin cobertura. Además, la de amenazas naturales, siendo la primordial para la zona lo relacionado con la erosión, variable construida, en este caso, en base al criterio de aceleración de flujos de movimientos de tierra por desprendimiento, por análisis de la segunda derivada de la pendiente en zonas sin cobertura vegetal.

Una vez seleccionadas y generadas las variables se las integró en función de modelo conceptual diseñado, con el fin de determinar la coherencia de los cruces espaciales entre las diferentes coberturas cartográficas y entre los distintos componentes y subcomponentes.

Cabe recalcar que la ponderación de componentes, subcomponentes y variables, fueron hasta ahora consideradas de acuerdo a procesos de zonificación llevados a cabo en otras áreas andinas del Ecuador, ya evaluados por especialistas agrónomos de manera interdisciplinaria, para obtener la zonificación de acuerdo al enfoque agroecológico propuesto. En esta ocasión, especialistas ecólogos, antropólogos y geógrafos fueron consultados para mejorar los métodos de zonificación existentes, y aportar con nuevos criterios. Algunos de ellos desarrollados a lo largo del proyecto INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, como es el monitoreo de calidad de agua con análisis físico químico y macroinvertebrados, accesibilidad al recurso agua, accesibilidad a mercados, y la aceleración potencial de desprendimiento del suelo en zonas sin cobertura vegetal, principalmente.

2.4. ENFOQUE COSTOS DE PRODUCCIÓN Y SECTORES DISPERSOS

Inicialmente, el enfoque del proceso de zonificación agroecológica, se basaba en costos de producción, con lo que se pretendía dar relevancia a la distribución espacial de zonas de producción rural, en función a la accesibilidad a puntos de venta de sus productos. Sin embargo, este enfoque debió ser descartado en el proceso de análisis de espacialización de costos, al obtener que los resultados de correlación entre la distribución espacial

de los puntos de encuesta de producción y la accesibilidad no presentaba ninguna relación consistente entre ellas, con lo cual se eliminó la posibilidad de espacializar los costos de producción en función de la información disponible en la Línea Base construida para la zona en el 2006.

Así se obtuvo la función del análisis de correlación (Cuadro 2 y Figura 2).

Cuadro 2.
Análisis de correlación entre las variables accesibilidad e ingresos de producción. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Variables	Media	Desviación Estándar	Muestra
Ingreso por cultivos por dólares por año	1 019,66	1 555,81	167
Accesibilidad	0,778390	0,538000	167
Correlación			
Correlación de Pearson	Ingreso por cultivos por dólares por año	Ingreso por cultivos por dólares por año	Accesibilidad
		1	-0.131
	Accesibilidad	-0.131	1

Fuente: Cárdenas, 2008.

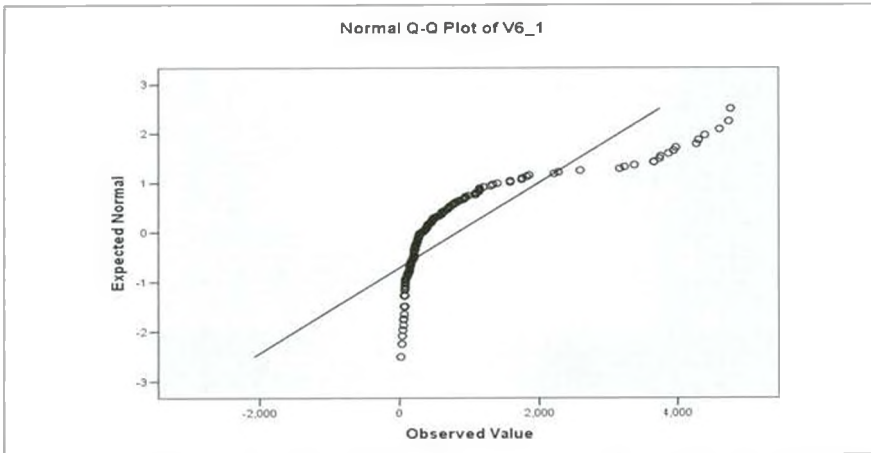


Figura 2. Comportamiento de los datos de ingresos con respecto a una curva lineal. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

En la siguiente figura se pueden observar los datos espacializados de ingresos, sobre la cobertura de accesibilidad. En esta representación se puede apreciar que la distribución de datos referentes a ingresos no obedece a un comportamiento gradual relacionado con la variable espacial. Todo lo contrario, nos encontramos ante una distribución totalmente aleatoria.

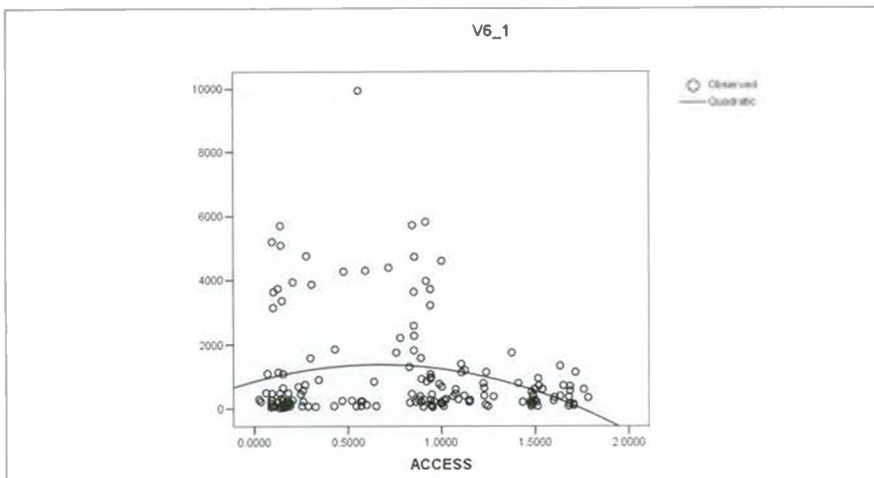


Figura 3. Representación de la relación de las variables ingreso y accesibilidad. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

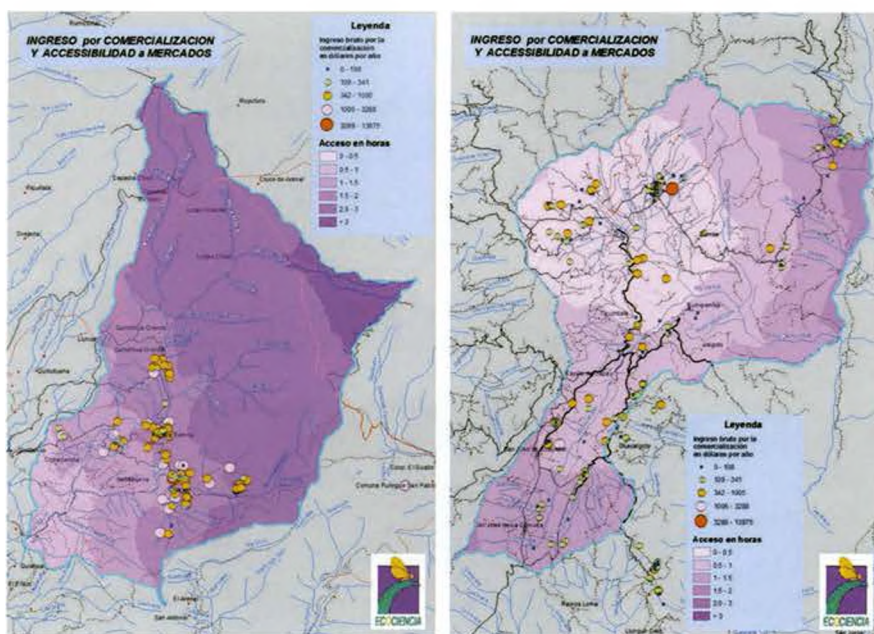


Figura 4. Representación de la relación entre ingreso por cultivos anuales y accesibilidad. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Ante ello, se optó por enfocar el proceso en función de la disponibilidad de información relacionada con sectores dispersos de fuente INEC, 2001 (Año del último censo nacional), orientadas a representar la realidad socioeconómica de la zona en función de datos censales oficiales.

Así, por sectores dispersos se encuentran espacializadas las variables Población (número de habitantes), Población Económicamente Activa, que representa la capacidad de trabajo y producción de la zona, y calidad de vida constituida por las variables de tipo de vivienda y tipo de acceso al agua, también disponible por sectores dispersos.

2.5. INTEGRACIÓN DE VARIABLES

La integración de las variables ya espacializadas y procesadas a formato grid, se llevó a cabo con la herramienta SIG en base a “álgebra de mapas”, la cual permite realizar el análisis espacial a nivel de pixel, de una manera muy precisa, con una resolución de 15 m para el caso del presente estudio.

Así, se obtuvo una cobertura que contiene la sumatoria de las ponderaciones por variable, distribuidas por los componentes ya expuestos.

Según esta metodología, la zonificación se categoriza en función de las siguientes clases y escala de ponderación:

Cuadro 3.
Rangos para las categorías de zonificación agroecológica
propuestos. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Categoría de zonificación	Escala de ponderación
Agrícola sin limitaciones	100 – 80
Agrícola con limitaciones moderadas	80 – 70
Agrícola con limitaciones severas	70 – 60
Recuperación	60 – 40
Conservación	Menores de 40

Fuente: Cárdenas, 2008.

En este punto se hizo una consideración final con el equipo técnico para validar el resultado, procediendo a integrar los criterios adicionales de zonas de recuperación y conservación para los intereses de las zonas en cuestión, caracterizando a las áreas de importancia ecológica de las microcuencas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIZACIÓN PROPUESTA

El proceso llevado a cabo para la zonificación, presenta un resultado de categorización de cinco clases, algunas de ellas especiales para cada microcuenca, y que conjuga unidades tan diferentes entre sí, como para requerir acciones y un manejo especial en cada una de ellas, de acuerdo a su condición socioeconómica, ambiental y biofísica.

1.1.1. Zona agrícola sin limitaciones

Corresponde a todas las tierras aptas para la agricultura (anuales y/o de ciclo corto), bien sean mecanizada o manual y con uso intensivo o exten-

sivo. Se entenderá que estas unidades de tierras quedan clasificadas como aptas si sus cualidades satisfacen por completo los requerimientos de utilización establecidos. La unidad queda clasificada de acuerdo a óptimas condiciones físicas: clima, suelo, pendiente y otros que pudieran ser localmente especificados así como las condiciones socioeconómicas de la zona; es decir, la presencia de un considerable desarrollo de los centros poblados, los servicios básicos, hasta una adecuada infraestructura vial que permita el acceso a estas áreas para el transporte de la producción agrícola para su distribución, comercialización y consumo fuera de los límites de la comunidad (Beltrán y Rodríguez, 2002).

1.1.2. Zona agrícola con limitaciones moderadas

Corresponden a todas las tierras que a pesar de poseer ciertas características para realizar actividades agrícolas están restringidas medianamente por ciertos factores limitantes que presenta la zona, como son: fuertes pendientes, clima extremo y deficiencia del suelo, que no reúnen las características óptimas o adecuadas para dicha labor pero que sin embargo pueden ser mejoradas y en algunos casos hasta corregidas para su utilización satisfactoria con cierto tipo de prácticas especiales. Es importante tomar en cuenta que en esta categoría representa gran porcentaje de tierras aptas para agricultura en óptimas condiciones, sin embargo su vecindad con los canales naturales de agua les coloca como segunda opción, ya que en esta propuesta se promueve la protección y recuperación de las riveras de los ríos, lo cual se ha representado en la metodología.

En cuanto a su desarrollo socioeconómico, estas zonas poseen un moderado crecimiento poblacional, su infraestructura vial es precaria pero resulta suficiente para el traslado de los productos a los mercados vecinos.

1.1.3. Zona agrícola con limitaciones severas

Corresponden a todas las tierras que aún sin ser consideradas como aptas para agricultura, dicha actividad se realiza en ella, mediante la adopción de prácticas especiales en los suelos para soportar limitaciones tan severas como la presencia de heladas, sumado algunas veces a condiciones adversas propias del terreno como pendientes fuertes o suelos pobres, por lo que requieren de técnicas apropiadas y de largos periodos de descanso de las

tierras para evitar la erosión. En esta categoría se representa también la vecindad con fuentes de agua. Las características socioeconómicas y la infraestructura vial que presenta la zona no son suficientes ni las más favorables para el desarrollo de las actividades agrícolas.

1.1.4. Zona de recuperación

Se necesitan establecer zonas de recuperación y de protección de los cauces de los ríos. Además, las áreas con pendientes superiores al 70% deberán ser consideradas como zonas de recuperación para permitir que la vegetación natural ocupe estos espacios mediante la regeneración, y de esta manera estabilizar éstas zonas y así evitar el incremento de la erosión y por tanto de la sedimentación de los ríos. En algunas zonas es más apropiado hablar de garantizar que en éstas se lleve a cabo una regeneración natural de los ecosistemas nativos, especialmente en la zona alta de la microcuenca del Río Illangama.

1.1.5. Zona de conservación

A esta zona pertenecen todos los remanentes de ecosistemas nativos de la zona. Se incluyen las zonas de quebradas con remanentes de bosque nativo y los bosques primarios poco alterados. Estos bosques y remanente se los incluye en una zona para conservación por ser los últimos espacios de vegetación natural y por su gran importancia como refugios de la biodiversidad del área. Además, en estas zonas se podrían efectuar a futuro programas de turismo comunitario y ecoturismo. Estas áreas también serán las principales fuentes de semillas y plántulas para futuros programas de forestación.

En el caso de la microcuenca del río Illangama, se debe tomar en cuenta que ya existe una zona de manejo especial oficial, referente a la Reserva de Producción Faunística Chimborazo, por tanto se considera una zona con manejo especial basado en los reglamentos y normativas que rigen para esta Reserva manejada por el Ministerio del Ambiente, por ser parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador.

3.2. ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA

En la Figura 5 y cuadro adjunto se presenta la distribución espacial de la zonificación propuesta para la microcuenca del río Illangama.

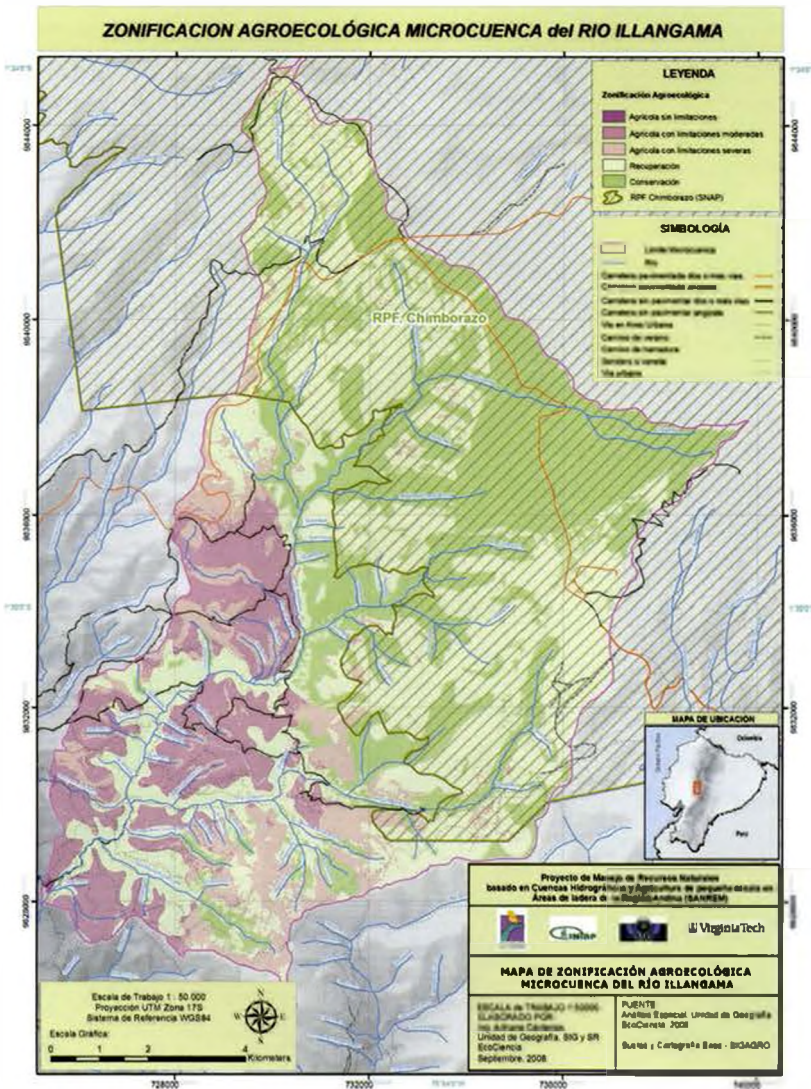


Figura 5. Zonificación agroecológica para la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje
Agrícola sin limitaciones	11,00	0,09
Agrícola con limitaciones moderadas	1 652,76	12,57
Agrícola con limitaciones severas	1 409,92	10,90
Recuperación	5 389,85	41,67
Conservación	4 499,06	34,78
Total	12 935,59	100,00

Fuente: Cárdenas, 2008.

En el caso de la microcuenca del río Illangama, zonas con las categorías de **conservación y recuperación** ocupan un gran territorio de la microcuenca, alrededor del 76,45% de la misma, con un 34,78% y 41,67% respectivamente. Esta zona traslapa casi en su totalidad los límites de la Reserva de Producción Faunística Chimborazo, parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que cubre el territorio sobre la cota 3200 m de la microcuenca, caracterizada principalmente por la presencia del ecosistema páramo tanto el pajonal como el páramo sobre arenales, y con alto potencial de erosión eólica.

Mientras que en la zona media y baja de la microcuenca se presenta en un 12,57% con respecto al territorio total, la clase **agricultura con limitaciones moderadas**, siendo esta zona la más representativa para la agricultura por su extensión y características socio-ambientales. También se encuentra la categoría **agricultura con limitaciones severas** en un 10,90% del territorio de la microcuenca. Esta se caracteriza principalmente por tratarse de áreas de baja fertilidad y fuerte pendientes, lo que disminuye al máximo la productividad en estas zonas.

A este nivel de la microcuenca, se encuentra también la categoría de **recuperación**, especialmente distribuida en las zonas de ribera e influencia para el cuidado y mantenimiento de fuentes de agua. Refiriéndose a zonas que en prácticas agropecuarias han sido perjudicadas por la presencia de ganado junto a las fuentes de agua, provocando la compactación del suelo y la pérdida de la capacidad de retención de agua en las riberas de los ríos.

3.3. ZONIFICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ALUMBRE

En la Figura 6 y cuadro adjunto se presenta la distribución espacial de la zonificación propuesta para la microcuenca del río Alumbre en la zona de Chillanes. En el caso de la microcuenca del río Alumbre, zonas con la categoría de **conservación** ocupan el 11,99% del territorio de la microcuenca. Si bien en la microcuenca no existe un área de manejo oficial para la protección de ecosistemas naturales, existen remanentes de bosque muy biodiversos y únicos en el área de estudio (Calles y Salvador, 2006). Al haber logrado identificar estas zonas de bosque con alta precisión, en base a fotografía aérea (SIGAGRO, 2007), se posee una herramienta muy importante para tomar medidas en torno a la conservación de estos bosques guardianes de las fuentes de agua de la zona. Es por ello que la implementación de esta categoría en el manejo de la zona, puede garantizar la permanencia del recurso agua, y la posibilidad del turismo ecológico organizado por la vistosa diversidad biológica de estos remanentes.

ZONIFICACION AGROECOLÓGICA MICROCUENCA del RIO ALUMBRE

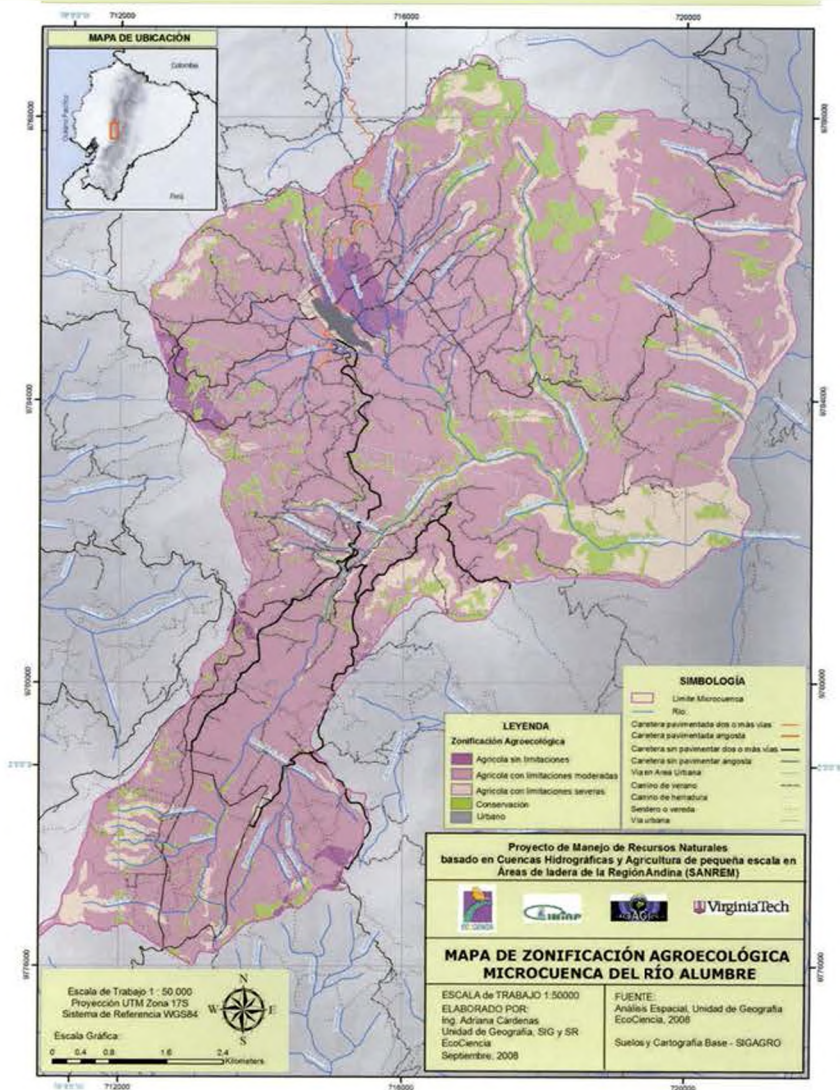


Figura 6. Zonificación agroecológica para la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2008.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje
Agrícola sin limitaciones	156,53	2,41
Agrícola con limitaciones moderadas	4 754,18	73,13
Agrícola con limitaciones severas	753,14	11,53
Conservación	779,47	11,99
Urbano	57,76	0,89
Total	6 501,08	100,00

Fuente: Cárdenas, 2008.

La mayor parte del territorio de la microcuenca se encuentra cubierto por la categoría de **agrícola con limitaciones moderadas**, con un porcentaje del 73,13%. Si bien estos suelos se caracterizan por ser bien drenados y profundos, la textura y fertilidad media de los mismos, como la topografía del terreno afectan en algún nivel la productividad del suelo, clasificándose en esta categoría.

En lo referente a fuentes de agua, estas también inciden en la zonificación de esta categoría. Si bien gran parte de los remanentes de bosque se ubican junto a éstas, es importante priorizar la medida de manejo que se debe otorgar a las zonas de ribera a pesar de que algunas de ellas se clasifican como **agrícola con limitaciones moderadas**.

La categoría **agrícola sin limitaciones** también se presenta en esta microcuenca, ocupando una cobertura del 2,41% con respecto al territorio total. Finalmente, zonas con **limitaciones severas** para la agricultura se distribuyen en la zona de estudio en un 11,58%. Estas áreas de ser posible podrían ser propuestas para un manejo de recuperación del ecosistema natural ya que en su mayoría se caracteriza por la presencia de fuertes pendientes.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. EN LO RELACIONADO A LA DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

Se debe procurar realizar un análisis enfocado a la distribución real de los sitios de producción rural en fincas en la zona de estudio, tanto en zonas de fácil acceso como en las de difícil acceso, para con ello poder constatar la posible relación que puede existir entre los bajos ingresos familiares con respecto a la accesibilidad a mercados. También sería muy importante poder realizar un mapeo básico a nivel catastral que permita calcular los tamaños de las fincas o quintas de producción, para constatar la relación entre ingresos familiares y accesibilidad a mercados en función del tamaño de la producción.

4.2. EN LO RELACIONADO A LA MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA

En la parte alta de la microcuenca del río Illangama se encuentran las principales vertientes de agua de la zona. De estas vertientes se originan la mayoría de ríos y riachuelos de la microcuenca. Estas fuentes de agua se encuentran sobre los 4 000 msnm, en los alrededores de estas vertientes se efectúan actividades de pastoreo con ovejas principalmente, lo cual lleva a la contaminación con heces de estas fuentes. Por tanto, se debe llegar a un acuerdo con los propietarios de las ovejas para designar zonas de pastoreo que alejen a estos animales de las fuentes de agua y así reducir la contaminación del agua. Además, se debe considerar la construcción de abrevaderos para estos animales con el propósito de evitar su ingreso directo a los ríos de la zona. En casos extremos en los cuales además de fuentes de agua en la zona se encuentren formaciones de páramo de almohadillas, que son buenos almacenadores de agua, habrá que considerar el cercado físico de éstas áreas para garantizar la conservación del agua en buen estado tanto en cantidad como en calidad.

La agricultura y ganadería son las principales fuentes de ingresos económicos para los habitantes de ésta microcuenca. Estas actividades se deben seguir efectuando en las áreas actuales. Sin embargo, es necesario limitar el incremento de la frontera agrícola a zonas de mayor altitud, por lo que se

considera la cota de los 3 800 msnm como el límite superior para la agricultura y ganadería.

De las encuestas efectuadas en la microcuenca del río Ilangama se desprende que las comunidades indígenas utilizan en gran proporción las plantaciones de especies exóticas como el pino como fuente de leña para sus hogares. Por tanto, se sugiere que las zonas con plantaciones de pino se mantengan como tal, y que futuras plantaciones de pino se efectúen en estas mismas áreas tratando de no expandir la presencia de esta plantación exótica en la zona.

Se deben promover las zonas de recuperación en las riveras de los ríos para garantizar la calidad del agua y la cantidad del agua en los ríos y riachuelos. Se proponen zonas de recuperación en los márgenes de éstos cuerpos de agua bajo los siguientes criterios (Cárdenas y Calles, 2007): 1) para ríos de más de seis metros de ancho se debe contar con una área de amortiguamiento de alrededor de 30 metros. Ejemplo: Río Ilangama y Corazón; y 2) para ríos de hasta tres metros de ancho se debe contar con una área de amortiguamiento de alrededor de 10 metros. Ejemplo: Quebradas menores.

En las áreas de amortiguamiento con altitudes menores a 3 800 m se propone iniciar programas de regeneración de las riveras mediante la reforestación utilizando plantas nativas y características de los márgenes de los ríos.

Tanto el uso de cercas como de plantas en las áreas de amortiguamiento permiten reducir el ingreso excesivo de nutrientes y contaminantes al agua producto de las actividades agrícolas y también ayuda a reducir la contaminación generada por el ganado al tomar directamente el agua de los cuerpos de agua y dejar sus heces en los ríos.

4.3. EN LO RELACIONADO A LA MICROCUENCA DEL RÍO ALUMBRE

La agricultura y ganadería son las principales fuentes de ingresos económicos para los habitantes de ésta microcuenca. Estas actividades se deben seguir efectuando en las áreas actuales. Sin embargo, es necesario limitar el incremento de la frontera agrícola en la zona, y limitar su área de crecimiento.

Las áreas de amortiguamiento sugeridas a ser utilizadas están basadas y adaptadas de la norma para el manejo sustentable de los bosques andinos del Ministerio del Ambiente (MAE, 2003) y de literatura consultada (Wegner y Fowler, 2000). Todas las zonas sugeridas para la presente zonificación del área de estudio están sujetas a llegar a acuerdos con las comunidades y organizaciones locales para efectuar e implementar las sugerencias presentadas en este documento técnico.

Se necesita establecer zonas de recuperación y de protección de los cauces de los ríos, por lo que las áreas con pendientes superiores al 70% deberán ser consideradas como zonas de recuperación para permitir que la vegetación natural ocupe estos espacios mediante la regeneración y de esta manera estabilizar éstas zonas y así evitar el incremento de la erosión y por tanto de la sedimentación de los ríos.

Adicionalmente, para garantizar la calidad del agua y la cantidad del agua en los ríos y riachuelos se proponen zonas de recuperación en los márgenes de éstos cuerpos de agua bajo los siguientes criterios: 1) para ríos de más de 10 metros de ancho se debe contar con una área de amortiguamiento de alrededor de 50 metros. Ejemplo: Río Chimbo; 2) para ríos de más de seis metros de ancho se debe contar con una área de amortiguamiento de alrededor de 30 metros. Ejemplo: Río Alumbre; y 3) para ríos de hasta tres metros de ancho se debe contar con una área de amortiguamiento de alrededor de 10 metros. Ejemplo: Quebradas menores.

En estas áreas de amortiguamiento se deben evitar o reducir las actividades agrícolas y ganaderas. Además, en estas áreas de amortiguamiento dependiendo del caso se debe considerar la instalación de cercas de protección para impedir el acceso directo de los animales a los cuerpos de agua, y construir abrevaderos para los animales en zonas alejadas de los cuerpos de agua para reducir la contaminación del agua.

Adicionalmente, en las áreas de amortiguamiento propuestas en ésta microcuenca se propone iniciar programas de regeneración de las riberas mediante la reforestación utilizando plantas nativas y características de los márgenes de los ríos.

Tanto el uso de cercas como de plantas en las áreas de amortiguamiento permiten reducir el ingreso excesivo de nutrientes y contaminantes al agua

producto de las actividades agrícolas y también ayuda a reducir la contaminación generada por el ganado al tomar directamente el agua de los cuerpos de agua y dejar sus heces en los ríos.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Calles, J. y Salvador, D. 2006. *Diagnóstico preliminar de la biodiversidad en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, afluentes del río Chimbo, provincia de Bolívar*. Ecociencia. Quito-Ecuador. 63 pp.
- Cárdenas, A. 2008. *Zonificación agroecológica: contexto sectores dispersos en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre en la Subcuenca del río Chimbo*. Ecociencia. Quito-Ecuador. 43 pp.
- Cárdenas, A. y Calles, J. 2007. *Propuesta Preliminar de zonificación para el manejo de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama*. EcoCiencia. Proyecto Watershed-Based Natural Resource Management In Small-Scale Agriculture: Sloped Areas Of The Andean Region. Quito – Ecuador.
- Cárdenas, A. 2007. *Análisis de Paisaje: Cobertura Vegetal y Uso del Suelo e Indicadores Biofísicos: Tasas de cambio, representatividad y fragmentación en las Microcuencas Illangama y Alumbre*. EcoCiencia. Quito-Ecuador.
- Couto, W. 1996. *Adaptación de la metodología de zonificación agroecológica de la FAO para aplicaciones a diferentes niveles de zonificación en países de América Latina y el Caribe*. FAO, Taller Regional sobre Aplicaciones de la Metodología de Zonificación Agro-Ecológica y los Sistemas de Información de Recursos de Tierras en América Latina y El Caribe. Santiago, Chile.
- Beltrán, K.; Calles, J.; Narváez, R. y Rivera, B. 2007. *Diseño del Plan de Ordenamiento Territorial, Comunidad de Yanahurco – Provincia de Cotopaxi*. Ecuador.
- Beltrán, K. y Rodríguez, P. 2002. *Propuesta de Zonificación Agroecológica Económica del cantón Penipe*. Fundación Natura. Quito – Ecuador.
- Benza, M.; Cansen, H.; Nakasone, E. y Torero, M. 2007. *Análisis de la rentabilidad de inversiones públicas en infraestructura como un posible instrumento para la agenda complementaria*. IFPRI, RUTA; DFID, y otros. Tegucigalpa, Honduras.
- Chuvieco, E. 2006. *Teledetección Ambiental*. Ariel Ciencia. Barcelona – España.
- Earth Observation Research Center. 2008. *ALOS Handbook*. Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA. Sengen. Japan.
- ECORAE. 2001. *Zonificación Ecológica Económica de las provincias de Sucumbios, Napo, Orellana, Morona Santiago y Zamora Chinchipe*.
- FAO. 1996. *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. Número 8.

- Galvis, L. 2001. *Qué determina la productividad agrícola en Colombia?*. Documentos de Trabajo sobre economía regional. Centro de Estudios Económicos Regionales, Banco de la República de Cartagena de Indias. Cartagena, Colombia.
- Hijmans, R.; Cmeron, S. y otros. 2004. *Very High resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas*. International Journal of Climatology. Museum of Vertebrate Zoology, University of California, U. of Queensland, Center for tropical Agriculture and International Plant Genetic Resources Institute.
- MAE. 2003. *Acuerdo ministerial No. 128. Normas para el manejo sustentable de los bosques andinos*. Ministerio del Ambiente. Quito-Ecuador.
- Peralta, E. 2008. *Manual Agrícola de Granos Andinos – Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco*. Cultivos, Variedades, Costos de producción. INIAP. Quito – Ecuador.
- SIGAGRO. 2008. *Cartografía Base y Temática Física sobre la Subcuenca del Río Chimbo*.
- WORLCLIM. Última modificación: 19/enero/2006, Version 1.4, Museum of Vertebrate Zoology, Nature Serve, Rainforest CRC, CIAT. Acceso: 20/enero/08.
- Torres, J. y Felipe, L. 2003. *Las amenazas del clima para los cultivos nativos en microcuencas de la Sierra del Perú*. Revista Cultivos y Saberes Nro. 30. In – Situ. Lima, Perú.
- Valera, F. sf. *El tiempo y el clima como condicionantes de las actividades humanas*. Contra Clave.
- Wenger, S. y Fowler, L. 2000. *Protecting streams and river corridors. Creating effective local riparian buffer ordinances*. University of Georgia

Paginas WEB consultadas:

- WordClim. *Datos de clima referidos a la base de datos del sistema WorldClim*, disponible para bajar en [http: http://www.worldclim.org/](http://www.worldclim.org/)

Evaluación de la pérdida productiva y económica por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca del río Alumbre, provincia Bolívar-Ecuador

RESUMEN

En la provincia Bolívar, el 92% de la superficie corresponde a suelos de ladera, de los cuales, el 45% está en condiciones de erosión crítica debido principalmente a las inadecuadas prácticas agropecuarias que unidas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona han favorecido este proceso de degradación. La forma más grave de degradación del suelo es la provocada por la erosión hídrica que depende de la cantidad, intensidad, duración, diámetro, velocidad, energía cinética de las gotas de lluvia, nivel de pendiente, cobertura del suelo y deficientes prácticas de conservación. De la microcuenca del río Alumbre, no se registran estudios que cuantifiquen la degradación del suelo causado por la erosión hídrica en los principales sistemas de producción. Por esta razón, se implementó un estudio evaluando el nivel de erosión dentro de los principales rubros productivos de la zona: pasto, maíz y fréjol. Las variables evaluadas corresponden al volumen de agua precipitada, volumen de agua escurrida, peso total de sedimentos en suspensión, coeficiente de escurrimiento, volumen de agua infiltrada, peso total de sedimentos arrasados y el valor actual neto de las posibles pérdidas económicas ocasionadas por la erosión hídrica. Los resultados muestran que el sistema de producción donde se favoreció la pérdida de suelo es el maíz, mientras que en el sistema productivo de pasto se registró la menor cantidad de pérdida. El sistema de producción de pastos favorece la mayor cantidad de infiltración del agua de lluvia. La erosión del suelo no solo genera problemas físicos y ambientales en la microcuenca, sino también pérdidas económicas por la reducción de la productividad de los cultivos de los que depende el sustento familiar.

Palabras clave: capacidad de infiltración; degradación del suelo; escurrimiento superficial; sustento familiar; subcuenca del río Chimbo.

I. INTRODUCCIÓN

En la década de los 90, en el mundo, un 25% de las tierras en uso para la agricultura estaban seriamente degradadas, poniendo en serio peligro la sobrevivencia de millones de familias, especialmente en países en desarrollo. El efecto principal de la degradación del suelo es la reducción en la productividad, lo cual afecta a todos quienes dependen de ella. La forma más grave de degradación del suelo es la provocada por la erosión (Tayupanta y Córdova, 1990; Tayupanta, 1993). En el Ecuador, esta situación se acentúa en la sierra ecuatoriana debido a múltiples factores adversos como el minifundio, el nivel de pendiente, la dependencia total o parcial de insumos externos, cambio de sistemas de producción de cultivos asociados y policultivos por monocultivos, reducción de la diversidad de especies cultivadas, deficientes prácticas de conservación de suelos y falta de políticas e incentivos para la conservación del ambiente (Monar, 2007).

Los indicadores estadísticos del grado de erosión de las cuencas hidrográficas en la sierra ecuatoriana señalan que un 39,13% es crítica, 28,26% seria, 4,35% moderada, 26,09% potencial y 2,17% normal, dando como efectos graves la pérdida de la biodiversidad, degradación de los suelos, alta sedimentación de los principales reservorios, graves inundaciones de la parte baja de las cuencas (Espinosa, 1993).

La subcuenca del río Chimbo, está conformada por una gran cantidad de microcuencas hidrográficas, con superficies que van desde 2 000 a 13 000 hectáreas y con pendientes entre 50% y 90% (SIGAGRO, 2009). En la subcuenca del río Chimbo, la degradación de los suelos mayormente es ocasionada por la erosión hídrica favorecida por la acción antropogénica a través del desarrollo de actividades productivas con tecnologías inadecuadas en áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental (Cruz *et al.*, 2008; PROCIANDINO, 1990). Los procesos de erosión hídrica del suelo, dependen de la cantidad, intensidad, duración de las precipitaciones, el diámetro, la velocidad y energía cinética de las gotas de lluvia, la cobertura vegetal presente entre otras (Hudson, 1971).

La degradación del suelo en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, tienen un proceso acelerado debido principalmente al avance de la frontera agrícola, la deforestación y destrucción de la biodiversidad, las

deficientes prácticas de conservación de los suelos, el desarrollo de monocultivos, efectos del cambio climático, el desconocimiento y falta de incentivos para la conservación del capital Natural (Barrera *et al.*, 2008 y Monar, 2007).

En la microcuenca del río Alumbre, no existen estudios actualizados sobre la cuantificación de la degradación del suelo ocasionada por la erosión hídrica dentro de los principales sistemas de producción en esta zona. Por esta razón, a través de esta investigación, se contempla analizar la interacción entre los niveles de precipitación, los sistemas de producción y los niveles de erosión hídrica para diseñar e implementar alternativas tecnológicas dentro de los sistemas productivos locales para disminuir el impacto sobre el recurso suelo de forma directa e indirectamente sobre el recurso agua.

El objetivo general del estudio es *determinar el escurrimiento superficial y la pérdida de suelo por erosión hídrica, en tres sistemas de producción de mayor predominio en la quebrada Bejucal de la microcuenca del río Alumbre*, que se sustenta en el cumplimiento de tres objetivos específicos: 1) determinar la cantidad de suelo que se pierde por efecto del escurrimiento superficial en los sistemas de producción pasto, maíz asociado con fréjol y fréjol en monocultivo; 2) calcular el escurrimiento superficial en los sistemas de producción, y 3) realizar el análisis económico de la reducción en la productividad de los rubros en estudio por efecto de la erosión hídrica.

La hipótesis planteada en este estudio es que *la pérdida de suelo y la escorrentía dentro de los sistemas de producción de pastos, fréjol y maíz en la microcuenca del río Alumbre, es diferenciada por las labores culturales que se realizan para cada uno de ellos*.

II. METODOLOGÍA

La evaluación de la pérdida de suelo por escorrentía se basó en la medición de un sinnúmero de eventos de precipitación producidas en la zona de estudio entre los años 2007 y 2009. Para la selección del sitio se consideró que la pendiente sea mayor del 50%, los impactos de las actividades de los agricultores fueran menores, zonas de producción agrícola y además la facilidad de acceso.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

En esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos que consistieron en los cultivos de maíz (variedad local Guate), fréjol en monocultivo (variedad INIAP-412 Toa) y pasto que el agricultor mantenía (kikuyo, establecido desde hace ocho años), con tres repeticiones.



Figura 1. Características de la unidad experimental en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2007.

El área de la unidad experimental correspondió a $15,87 \text{ m}^2$ (5 m de largo, 3 m de ancho y con un área de recolección de $0,87 \text{ m}^2$ en la sección inferior) (Figura 1). En el sitio central del ensayo se instaló un pluviómetro de cuña para registrar la cantidad de precipitaciones diariamente. Se aisló cada unidad experimental en todo su perímetro con una lámina metálica de 2 mm de espesor, para evitar el ingreso de escurrimiento proveniente de sitios aledaños.

2.2. MUESTREO DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

El período de muestreo correspondió al tiempo de duración de los ciclos productivos de los cultivos de maíz y fréjol. Se registró la cantidad de precipitaciones diarias y escurrimiento de cada evento provocado. Del volumen de agua total colectado en cada tanque recolector se tomó una alícuota homogenizada de un litro. Las alícuotas se procesaron para separar los sólidos mediante el uso de papel filtro colocado en un embudo.

Terminada la filtración, los sedimentos acumulados en el papel filtro se secaron a una temperatura de 60 °C y posteriormente se pesaron en una balanza de precisión. Posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, para la determinación del análisis químico del contenido de macro y micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B).



2.3. VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en esta investigación se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.

Variables evaluadas para determinar la pérdida de suelo por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Indicadores	Evaluación	Unidad	Unidades Finales
Volumen de agua por precipitación (VAP)	Uso de pluviómetro de cuña	mm/día	l/UE*
Volumen de agua escurrida (VAE)	VAE = VAT - (Pss x Da); VAT = volumen de agua total medido en los tanques (litros/unidad experimental, agua + sedimentos); Pss = peso de los sedimentos en suspensión contenidos en los tanques (kg/unidad experimental); Da = densidad aparente (g/cc) (Carvajal, 1992 y Vaca, 1990).	l/UE	
Peso total de los sedimentos en suspensión (PTSS)	PTSS = VAE x pss; VAE = volumen de agua escurrido (litros/unidad experimental); pss = peso de los sedimentos en suspensión contenidos en un litro de muestra (g/litro)	gr/UE	
Coefficiente de escurrimiento (C)	C = (VAE)/VAP; VAE = volumen de agua escurrido (litros); VAP = volumen de agua de precipitación (mm)		
Peso total de los sedimentos (PTSA)	PTSA = $PTS_1 + PTS_2 + \dots + PTS_n$ PTS_1 : Subpeso ₁ total de sedimentos por evento 1 (kg) PTS_2 : Subpeso ₂ total de sedimentos por evento 2 (kg) PTS_n : Subpeso _n total de sedimentos por evento n (kg)	kg/UE	t/ha
Densidad aparente (Da)	Método del cilindro: Da = p/v; p = peso del suelo seco en la estufa a 105 °C por 24 horas (g); v = volumen conocido (cc)	g/cc	
Lámina de suelos erosionados (LEA)	LEA = VE/S; VE = volumen de suelo erosionado (m ³); S = superficie (m ²)	M	Mm
Agua lluvia infiltrada (VAI)	VAI = VAP - VAE VAP: Volumen de agua precipitada (litros/unidad experimental) VAE: Volumen de agua escurrida (litros/unidad experimental)	l/UE	
Contenidos totales de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B	Contenido total por elemento = contenido reportado de cada elemento x PTSA PTSA: Peso total de los sedimentos durante el ciclo productivo		kg/ha

Fuente: Chela, 2009.

*Unidad experimental (área = 15,875 m²)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VOLUMEN DE AGUA POR PRECIPITACIÓN (VAP)

El volumen de precipitación registrado durante los ciclos productivos de los años 2007 al 2009 corresponde a 1 008, 1 315 y 1 074 mm, respectivamente durante la época invernal. Las máximas precipitaciones en 24 horas fueron de 42 mm en el mes de marzo en el año 2007; 44 y 50 mm en los meses de febrero y abril, en el año 2009. Estos eventos de máxima precipitación a su vez provocaron el máximo escurrimiento superficial y la mayor erosión del suelo, en el período de estudio.

3.2. VOLUMEN DE AGUA ESCURRIDA (VAE)

La respuesta de los sistemas de producción en relación a la variable VAE fue distinta entre los sistemas. El promedio más alto se registró en el sistema del suelo labrado con 275,82 m³/ha en el año 2009. El sistema bajo el cual se presentó el menor promedio de escurrimiento es el de pasto con 78,54 m³/ha para el año 2007 (Cuadro 2). Estos resultados muestran que el escurrimiento superficial del agua de lluvia y el arrastre del suelo, por efecto de la erosión hídrica, dependen de los sistemas de producción.

Cuadro 2.

ADEVA y prueba de Tukey para el volumen de agua escurrida en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Tratamientos	m ³ /ha		
	2007	2008	2009
Testigo suelo labrado		232,96	275,82 a
Fréjol voluble	260,86 a	166,55	69,33 b
Pasto natural	78,54 b	141,94	83,03 b
Maíz duro	190,90 a	113,62	74,03 b
Promedio	176,77	163,77	125,55
CV (%)	21,82	27,47	13,58
Valor de p	0,0110*	0,0754	<0.0001*

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

* Significación estadística

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

En el sistema de cultivo con suelo labrado se obtuvo el promedio más alto de volumen de agua escurrida durante los años 2008 y 2009, esto se debe fundamentalmente a la remoción constante del suelo y a la falta de una cobertura vegetal que lo proteja. Si bien no es una práctica habitual en campo de los productores, este tratamiento fue necesario incluirlo para visualizar el proceso erosivo en las etapas de preparación del suelo antes de la implementación de los cultivos, además de evaluar el potencial erosivo por efectos de la erosión hídrica en la zona.

Para los sistemas de cultivo de fréjol y maíz, se aprecian una tendencia decreciente en los siguientes años de estudio, debido a que realizaron prácticas de labranza mínima del suelo. Por ejemplo, los productores del lugar aplican herbicida en el mismo día de la siembra y solo se remueve el suelo en los sitios donde se van a depositar las semillas. Esta práctica logra que casi no se remueva el suelo quedando éste menos expuesto a efectos de la escorrentía pese al mayor volumen de agua precipitado.

En el sistema pasto se obtuvo la menor cantidad de escurrimiento, la misma que puede deberse a que esta especie está muy bien adaptada a las condiciones edafoclimáticas de la zona y presenta una excelente cobertura y un abundante sistema radicular que posiblemente contribuyó en el proceso de infiltración del agua, en su retención y almacenamiento en el perfil del suelo.

3.3. PESO TOTAL DE LOS SEDIMENTOS ARRASTRADOS (PTSA)

Al igual que en el anterior indicador, los sistemas de producción incidieron directamente sobre los valores promedios de PTSA registrados. Los niveles más altos de pérdida de suelo se obtuvieron en el sistema suelo labrado con una pérdida de 860,09 kg/ha en el año 2009. En el sistema pasto se registró el menor nivel de pérdida de suelo que alcanzó 20,43 kg/ha en el año 2008 (Cuadro 3).

Cuadro 3.

ADEVA y prueba de Tukey para el peso total de sedimentos arrastrados en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Tratamientos	kg/ha		
	2007	2008	2009
Testigo suelo labrado		123,40 a	860,09 a
Fréjol voluble	176,46 b	28,83 b	67,33 b
Pasto natural	21,73 b	20,43 b	76,34 b
Maíz duro	699,63 a	58,39 ab	71,33 b
Promedio	299,27	57,76	268,77
CV (%)	39,41	45,79	36,69
Valor de p	0,0047*	0,0111*	0,0001*

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

* Significación estadística

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

De acuerdo a Morgan (1986), las pérdidas tolerables de suelo están alrededor de 11 000 kg/ha, dado que se ha aceptado la proximidad de dicho valor a la tasa máxima de desarrollo del horizonte A bajo condiciones óptimas. Esta cifra podría distanciarse de la realidad en áreas donde las tasas de erosión son naturalmente altas como es el caso de terrenos montañosos con alta precipitación que corresponden a las condiciones generales de Suramérica. Los niveles tolerables de pérdida de suelo bajo criterios económicos y ecológicos oscilan entre 200 y 500 kg/ha al año para zonas montañosas con suelo superficiales (León, 2009).

De acuerdo a estos criterios, en general, la erosión del suelo reportada en el período de evaluación se encuentra dentro del rango aceptado bajo los criterios económicos y ecológicos, sin embargo, los valores de erosión total en la microcuenca del río Alumbre pueden ser superiores puesto que solo se ha evaluado durante la época invernal (4 a 5 meses del año). A esto se sumaría el efecto de la fuerte pendiente de las unidades experimentales

de escurrimiento (66%). En el suelo labrado se registra el mayor nivel de erosión (0,86 t/ha durante el ciclo invernal del año 2009).

Un aspecto importante que considerar, es la gran capacidad de almacenamiento de agua e infiltración que tienen los suelos provenientes de ceniza volcánica clasificados como Anisales, con texturas, franco, franco arenoso y franco limoso, a los cuales corresponden los suelos de este sector, lo cual puede ser que beneficie en la capacidad de infiltración del agua en los diferentes horizontes del perfil de suelo y de esta manera se reduzca el escurrimiento superficial del agua lluvia.

3.4. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

El coeficiente de escurrimiento depende de los sistemas de producción evaluados. El coeficiente de escurrimiento más alto se obtuvo en el cultivo de fréjol (0,03), seguido de los coeficientes del cultivo de maíz y suelo labrado (0,02) y el pasto (0,01) (Cuadro 4). El coeficiente de escurrimiento presentó una relación directamente proporcional con el VAE y el VAI.

Cuadro 4.
ADEVA y prueba de Tukey para el coeficiente de escurrimiento en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Tratamientos	2007	2008	2009
Testigo suelo labrado		0,02	0,02 a
Fréjol voluble	0,03 a	0,01	0,01 b
Pasto natural	0,01 c	0,01	0,01 b
Maíz duro	0,02 b	0,01	0,01 b
Promedio	0,02	0,01	0,01
CV (%)	17,65	42,42	24,74
Valor de p	0,0026*	0,3161	0,0060*

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

* Significación estadística

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05 = \alpha$)

3.5. VOLUMEN DE AGUA LLUVIA INFILTRADA (VAI)

Existió un efecto altamente significativo de los sistemas de producción sobre la variable VAI. El promedio más elevado del volumen de agua infiltrada se registró en el cultivo de maíz (11 346.62 m³/ha) y el menor promedio se registró en el cultivo de fréjol (7 264.17 m³/ha) (Cuadro 5). Existe una relación directamente proporcional entre las variables VAE y VAI. Esto significa que a menor volumen de agua escurrida existe una mayor cantidad de agua infiltrada.

Cuadro 5.
ADEVA y prueba de Tukey para el volumen de agua escurrida en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Tratamientos	m ³ /ha		
	2007	2008	2009
Testigo suelo labrado		11 228,98	10 315,76 b
Fréjol voluble	7 264,17 b	11 293,66	10 520,99 a
Pasto natural	7 446,25 ab	11 318,13	10 507,30 a
Maíz duro	7 334,96 a	11 346,62	10 516,30 a
Promedio	7 348,46	11 296,85	10 465,09
CV (%)	0,52	0,40	0,16
Valor de p	0,0110*	0,0788	<0,0001*

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

* Significación estadística

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

3.6. VALOR ACTUAL NETO DE LA REDUCCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

En el sistema productivo del maíz, con el material local utilizado (variedad Guate), la lámina de suelo perdida por efectos de la erosión hídrica alcanza los 0,03 cm por ciclo productivo (nueve meses). En el periodo de modelamiento económico (10 años) se estima que la reducción económica en los ingresos de los hogares por este rubro productivo corresponde a

USD 9 030,89 por hectárea de cultivo; en cambio, el VAN de la reducción económica es de USD 8 209,90 por hectárea (Cuadro 6). En el sistema de producción del fréjol la lámina de suelo erosionada es de 0,001 cm por ciclo productivo (seis meses). La reducción económica en este rubro por la erosión hídrica alcanza el monto de USD 7 690,29 por hectárea y el VAN de este valor corresponde a USD 6 991,18 por hectárea.

Cuadro 6.

Valor Actual Neto del costo económico de las pérdidas en la productividad por efecto de la erosión hídrica¹² en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Parámetros	Maíz	Fréjol	Pasto
Grosor del suelo (cm)	20,00	20,00	20,00
Rendimiento (kg/ha/año)	864,00	724,00	7 000,00
Costos (USD/ha/año)	338,00	364,00	85,00
Precio (USD/kg)	0,40	0,80	0,05
Ingresos (USD/kg)	345,60	579,20	350,00
Beneficios netos (USD/ha)	7,60	215,20	265,00
Pérdida del grosor del suelo (cm)	0,03	0,001	0,0004
Pérdida económica por erosión hídrica (USD/ha)	9 030,89	7 690,29	166,01
Valor presente de pérdidas por erosión hídrica en un periodo de 10 años	-8 209,90	-6 991,18	-150,92

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

En el caso de la pastura naturalizada (*Pennisetum clandestinum*), la lámina de suelo erosionada es de 0,0004 cm por hectárea de pastura en nueve meses de evaluación. La reducción económica por efectos de la disminución

12 Metodología de cálculo de los cambios económicos en la productividad. Estimación de los costos *in situ* de la erosión hídrica. Alpizar, F. 2006. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Valoración económica de los impactos ambientales.

progresiva de la fertilidad de los suelos alcanza el monto de USD 166,01 por hectárea y el VAN es de USD 150,92 por hectárea (Cuadro 6).

De acuerdo a la información del III Censo Agropecuario (2002), en Bolívar se registran aproximadamente 4 616 ha con maíz; 10 525 ha con fréjol y 52 787 ha con pasturas. La reducción en la producción de estos rubros productivos por efectos de la erosión hídrica implicaría una pérdida aproximada de USD 131 390 060 en un período de 10 años. El valor actual neto de esta pérdida correspondería a USD 119 445 682.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mayor escurrimiento superficial se registró en los sistemas suelo labrado seguido de los cultivos de fréjol y maíz. El sistema de suelo labrado, presentó la mayor pérdida de suelo por efectos de la erosión hídrica. En el sistema de producción de la pastura naturalizada se registró el menor escurrimiento superficial del agua lluvia, además de la menor pérdida de suelo por erosión hídrica.

De acuerdo a los resultados obtenidos del indicador PTSA, la erosión del suelo está en función de la cobertura vegetal, las prácticas de manejo del suelo relacionadas con la remoción, el nivel de pendiente, el tipo de suelo, entre otros.

Existe una relación directamente proporcional entre los valores del VAE y del VAI con el coeficiente de escurrimiento. Valores bajos en los coeficientes de escurrimiento señalan un menor riesgo de erosión hídrica del suelo. Existe una relación directamente proporcional entre las variables VAE y VAI. Esto significa que a menor volumen de agua escurrida existe una mayor cantidad de agua infiltrada. El coeficiente de escurrimiento, presentó una relación directamente proporcional con el VAE y el VAI.

El VAN de las pérdidas económicas proyectadas debidas a la erosión hídrica en los sistemas productivos maíz, fréjol y pasto con tecnología del productor en la provincia de Bolívar, estaría alrededor de los USD 119 445 682.

Los componentes que minimizaron la erosión del suelo fueron la alta capacidad de infiltración y retención de agua por el suelo en estudio, los

eventos de precipitación de baja intensidad, la cobertura vegetal sobre la superficie del suelo y la práctica de siembra en labranza de conservación.

Se recomienda continuar con esta investigación en las microcuencas del río Alumbre, para evaluar la pérdida de suelo y consecuentemente la reducción de la productividad, a través de diversos ciclos agrícolas y con diferentes sistemas de producción, lo cual permitirá tener una información consistente.

Realizar un estudio para determinar la reducción económica en los rendimientos por hectárea debido a la pérdida de la profundidad de la capa arable y la reducción de la fertilidad de los suelos utilizados para la producción de los principales rubros productivos en la subcuenca del río Chimbo.

Tomar en consideración otras características físicas, químicas y biológicas como parámetros de evaluación que influyen sobre la degradación del suelo.

Generar espacios para la socialización de la información investigativa generada para motivar y capacitar a los agricultores/as en alternativas tecnológicas que fomenten la conservación de los suelos en la subcuenca.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar, F. 2006. *Valoración económica de los impactos ambientales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- 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–SANREMCSP–SENACYT. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.
- Barrera, V.; Alwang, J.; Escudero, L.; Cárdenas, F. 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*. Proyecto INIAP-SANREM. Guaranda, Ecuador. pp. 11-15.
- Carvajal, M. 1992. *Estudios de la erosión y prácticas de conservación de suelos mediante cuatro parcelas experimentales en Mojanda-Cajas*. Tesis Ing. Agr. Ec. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pág. 31-36.
- Chela, E. 2009. *Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca de la quebrada Chilcapamba*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y Ambiente. Guaranda-Ecuador. 65 pp.

- Cruz, E.; Barrera, V.; Monar, C.; Escudero, L.; Montúfar, C. y González, D. 2008. *Planificación participativa para el reordenamiento territorial productivo en la subcuenca del río Chimbo – Ecuador basado en los enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográfica y medios de vida*. Artículo presentado en el XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, del 29 al 31 de octubre 2008 en Quito-Ecuador. 15 pp.
- Espinosa, P. 1993. *Caracterización por erosión de las cuencas hidrográficas de la sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador, primera edición. pp. 85-98.
- Hudson. 1971. *Conservación de suelo*. Barcelona-España.
- INIAP. 2008. *Sistema de Información Geográfica de la Subcuenca del río Chimbo, Bolívar-Ecuador*. Red de Monitoreo Climático. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- León, J. 2009. *Métodos experimentales para el seguimiento y estudio de la erosión hídrica*. Consultado en internet el 2 de junio del 2010. Disponible en internet en la página www.unalmed.edu.co.
- Monar, C. 2007. *Informe anual. UVTT/C*. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Guaranda Ecuador. 22 pp.
- Morgan, R. 1986. *Soil erosion and conservation*. New York: Longman
- PROCIANDINO. 1990. *Manejo y conservación de suelos. Diagnóstico y proyecciones para el PROCIANDINO*. Subprograma Quito, Ecuador. 25 pp.
- SIGAGRO. 2009. *Información temática de la microcuenca del río Alumbre*. Sistema de Información Geográfica Agropecuaria. Quito-Ecuador.
- Tayupanta, J. 1993. *La erosión hídrica: procesos, factores y formas*. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Boletín Divulgativo No. 229. Quito Ecuador. 12 pp.
- Tayupanta, J. y Córdova, J. 1990. *Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida de suelo*. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Publicación miscelánea No. 54. Quito Ecuador. 40 pp.
- Vaca, E. 1990. *Estimación de la erosión hídrica y control mediante barreras de pasto en cultivo de maíz Tumbaco-Pichincha*. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pág. 43-45.
- Yanchapaxi, G. y Pozo, M. 1995. *Manual ambiental de control de la erosión y conservación de suelos*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Ministerio de Bienestar Social, Quito, Ecuador. 178 pp.



IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO

Experiencias de la implementación de las mejores prácticas de manejo de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo

RESUMEN

Este artículo resume y describe un proceso de manejo adaptativo aplicado a la gestión integrada de cuencas que contribuye al desarrollo sostenible de las poblaciones asentadas en la subcuenca del río Chimbo. El proceso inicia desde la generación de estudios técnico-científicos sobre el estado de los recursos suelo, agua y biodiversidad en la subcuenca, para luego diseñar un plan de modificaciones de los sistemas productivos mediante la incorporación de prácticas de manejo amigables con el ambiente. Además, se analizan los desafíos del enfoque de cuencas, se discute sobre el marco conceptual, la estrategia empírica y al final se presentan los resultados que muestran cómo las implementaciones de las mejores prácticas para el manejo de los recursos naturales y las alternativas de sustento, contribuyen a reducir la vulnerabilidad física y ambiental y al mejoramiento del bienestar de las familias productoras localizadas en la subcuenca.

Palabras claves: *capital natural, microcuenca, sistemas, medios de vida, aprendizaje social, gestión integrada de cuencas.*

I. INTRODUCCIÓN

Como ocurre en muchas otras zonas rurales en los países en desarrollo, las poblaciones de la zona Andina del Ecuador (489 520 familias rurales, aproximadamente) están caracterizadas por pobreza extrema, derivada de la baja productividad de los sistemas de producción agropecuaria, de la limitada capacitación del capital humano en materia de gestión empresarial y tecnologías de producción así como la falta de acceso equitativo a los mercados de productos, insumos y capital (Barrera *et al.*, 2004). Para hacer más grave la situación, los altos índices de pobreza de la zona rural (80%) van aparejados con la degradación de los recursos naturales frágiles, la desnutrición infantil, la inequidad social y de género, lo que conduce a una espiral de sub-desarrollo. Las comunidades localizadas en estas áreas producen variados alimentos; sin embargo, las actividades productivas generan fuertes impactos sobre el ambiente, traducidos en la degradación del recurso suelo, la afectación de la calidad del agua y la reducción de caudales, deforestación y pérdida de la biodiversidad, entre otras (Gallardo, 2000).

La subcuenca del río Chimbo, localizada en el occidente de los Andes no escapa a esta realidad y presenta condiciones socio-económicas y ambientales que ponen en serio riesgo los recursos naturales existentes y las condiciones de vida de las personas que la habitan (Barrera *et al.*, 2008). Basta decir que el 77% de la población es pobre por necesidades básicas insatisfechas, uno de los porcentajes más altos en Ecuador (INEC, 2002). En términos de recursos naturales, esta subcuenca aporta entre un 30 y 40% del total de caudal del río Guayas (36 572 m³/año), principal sistema hidrográfico de la costa ecuatoriana, el mismo que en los últimos años se ha visto afectado en términos de cantidad y calidad, debido al alto flujo erosivo que origina un alto nivel de sedimentación -8'000000 de toneladas métricas anuales- y turbidez del agua (GPB, 2004). La reducción del caudal hídrico del río Guayas se debe a los grandes procesos de deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria que se produce en las zonas frágiles y generadoras de agua como los páramos y las cejas de montaña, además de la mala administración y uso inadecuado de los recursos naturales (Gallardo, 2000; Barrera *et al.*, 2008).

La gestión integrada de cuencas es un tema de trascendental importancia, considerando que el agua es un recurso estratégico para todos los países del mundo. Por esta razón, las Naciones Unidas declaró al año 2002 como el Año Internacional de las Montañas y al 2003 como el Año Internacional del Agua Dulce, en reconocimiento a la importancia de ese recurso vital para la humanidad. El enfoque de manejo de cuencas en los años 70, ha evolucionado a otros niveles que prioriza la protección de recursos naturales, la mitigación del efecto de fenómenos naturales extremos, el control de la erosión, el control de la contaminación, la conservación de suelos, la rehabilitación y recuperación de zonas degradadas, entre otros (Dourojeanni y Jouravlev, 2001). La evolución de este enfoque es producto de las buenas y malas experiencias en la aplicación de los modelos de manejo de cuencas, documentadas en extensa bibliografía.

Cuatro argumentos positivos de la gestión integrada de cuencas orientaron el programa para el manejo de la subcuenca del río Chimbo, entre ellos están: 1) *que bajo ciertas condiciones de intensificación de la agricultura con la aplicación de actividades de manejo y conservación de los recursos naturales la producción puede ser un proceso sostenible* (Scherr & McNeely, 2004); 2) *las prácticas agrícolas sustentables y otras formas de manejo de recursos naturales contribuye a la preservación de la biodiversidad* (Scherr & Downward, 2000); 3) *que el incremento de la biodiversidad de diversos cultivos, puede proveer incrementos en la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las familias* (De Marco & Monteiro Coelho, 2004); y finalmente, 4) *que existen evidencias científicas y técnicas que demuestran que los productores agrícolas pobres están interesados en adoptar tecnologías amigables con el ambiente porque han entendido que el bienestar de sus familias depende del buen estado de sus recursos naturales* (Scherr & Downward, 2000).

Estos argumentos, sumados a las experiencias generadas y reportadas por el INIAP durante 15 años de gestión en la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) en campo de agricultores (Barrera *et al.*, 2004), conjuntamente con alianzas estratégicas nacionales e internacionales, han impulsado la gestión de la subcuenca del río Chimbo, orientada al manejo y conservación de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala, con equidad ambiental, social y de género, utilizando como base metodológica y conceptual la Gestión Integrada de Cuencas, consolda-

da a través de los Enfoques de Medios de Vida, Investigación en Sistemas y Aprendizaje Social, con el propósito de aportar soluciones integrales a diferentes problemas dentro de la subcuenca y contribuir a su mejoramiento en términos sociales, económicos y ambientales.

Para ello, se estableció una alianza estratégica internacional -entre las Universidades de Virginia Tech, Penn State y Denver de Estados Unidos, el Centro Internacional de la Papa (CIP) y actores e instituciones del Ecuador como el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos (ECOCIENCIA), el Sistema de Información Geográfica Agropecuaria (SIGAGRO), la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), el Gobierno Provincial de Bolívar (GPB) y Organizaciones de Productores- la misma que consiguió el financiamiento del *Sustainable Agriculture and Natural Resource Management - Collaborative Research Support Project* (SANREM CRSP) y del gobierno nacional del Ecuador, a través de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), para ejecutar el programa “Manejo Integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala con base en el enfoque de cuencas: El caso de la subcuenca del río Chimbo”.

La hipótesis en este programa de I+D+i se basa en que las alternativas de manejo de los recursos naturales amigables con el ambiente, generadas en el contexto de la gestión integrada del capital natural para agricultura de pequeña escala, con equidad ambiental, social y de género, contribuyen al mejoramiento de las condiciones socio-económicas de las familias campesinas y las condiciones ambientales de la subcuenca del río Chimbo.

II. METODOLOGÍA

El programa seleccionó 13 sistemas de producción considerando se representen cada una de las estrategias de vida caracterizadas en los estudios que diferencian a los grupos de hogares de las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Los sistemas de producción en la microcuenca del río Illangama centran sus actividades en el sistema productivo papa-leche, mientras que en la microcuenca del río Alumbre, el sistema productivo predominante es el sistema maíz-fréjol (Cuadro 1, Anexo 1).

A través del proceso de identificación participativa de las áreas de mayor vulnerabilidad -en cuanto a los recursos suelo y agua- se seleccionaron también de manera participativa las mejores prácticas de manejo (*Best Management Practices BMP*) para el mejoramiento y conservación de esos recursos naturales (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Alternativas amigables con el ambiente implementadas en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Microcuenca del río Illangama	Microcuenca del río Alumbre
• Zanjas de desviación y plantación de pasto milín (<i>Phalaris tuberosa</i>) • Rotación de cultivos: pastura naturalizada - papa (variedades Fripapa y Natividad)-cebada (líneas Shyri 89, Grit 8, Jazmin/ Cardo) - haba (INIAP-440 Quitumbe y INIAP - 441 Serrana), quinua (INIAP pata de venado y Tuncahuán) • Formación de cercas vivas con árboles nativos (yagual, tilo, romerillo, piquil, chachacoma, aliso, higuerón, tilo) • Cultivo de chocho asociado con pasto (INIAP - 450 Andino) • Planificación de siembras de acuerdo a época (seca y lluviosa) • Desarrollo de cultivos asociados de maíz - fréjol y maíz - haba con el uso de variedades mejoradas de INIAP • Formación de pasturas mejoradas con el uso de mezclas forrajeras con rye grass anual (variedades Magnum y Geyser), pasto azul (variedades: Amba y Cara), trébol blanco (variedad: Haifa), rojo (variedad: Amagua), rye grass bianual (variedad Tetralite), rye gras perenne (variedad: Amazon y Kinstong)	• Cultivo en fajas (trigo, maíz y fréjol voluble) • Formación de cercas vivas con árboles nativos (nogal, alisos, siete cueros y guarango) • Formación de terrazas y cultivo de hortalizas • Plantación de árboles frutales en curvas de nivel para la formación de barreras vivas (chirimoya, limón, naranja, aguacate y mora) • Desarrollo de cultivos de fréjol y arveja en áreas preparadas a través de labranza reducida • Formación de pasturas mejoradas con el uso de mezclas forrajeras con rye grass anual (variedades Magnum y Geyser), pasto azul (variedades: Amba y Cara), trébol blanco (variedad: Haifa), rojo (variedad: Amagua), rye grass bianual (variedad Tetralite), rye gras perenne (variedad: Amazon y Kinstong) • Rotación de cultivos: maíz duro (INIAP 176) -fréjol voluble (INIAP- 412 Toa, INIAP- 421 Bolívar, INIAP - 426 Canario siete colinas; fréjol arbustivo (INIAP - 427 Libertador rojo moteado, INIAP - 428 Canario guarandeño). Evaluación de germoplasma promisorio de cargamentos volubles y de maíz INIAP- 111 (maíz choclero). • Formación de curvas de nivel y plantación de maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>)

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

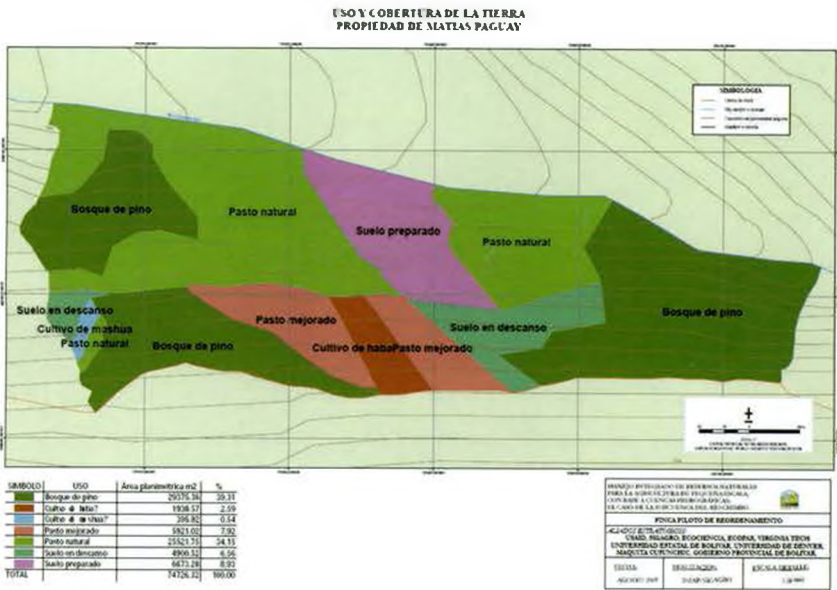
Se generó un plan de mejoramiento e implementación consensuado para las áreas productivas definidas en cada sistema de producción piloto y el cronograma de implementación; además, se definieron los aportes por parte del productor y el programa. Luego de la negociación e implementación de las actividades planificadas el siguiente paso en el proceso fue evaluar el comportamiento y el tipo de externalidades sobre los sistemas productivos (medios de vida) y su aporte al mejoramiento y conservación del capital Natural.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad se encuentran incorporadas alternativas amigables con el ambiente en 13 sistemas de producción a nivel de la subcuenca del río Chimbo, en donde se muestra los beneficios del Enfoque de Gestión Integrada de Cuencas, tanto en los aspectos socio-económicos como en los ambientales. La pretensión de este artículo es mostrar lo que hasta la fecha se ha conseguido, esperando en el futuro mediático mostrar los resultados definidos conseguidos a nivel del manejo de los recursos naturales como el suelo, agua y biodiversidad. Con el propósito de socializar la experiencia de trabajo de este programa se presentan a continuación algunos de los resultados alcanzados en los sistemas de producción piloto de la microcuenca del río Illangama.

Las propiedades están situadas en un rango altitud entre 3 252 y 3 781 m y el área promedio de las unidades corresponde a 7,47 ha. En el año 2006, las familias dependían económicamente de la agricultura y ganadería, a través de las cuales alcanzaban beneficios netos de USD 1 021 por año. Los sistemas de producción estaban ocupados con bosque de pino de las especies *Pinus radiata* y *Pinus patula*, pastura natural, pasturas mejoradas y a la producción de papa (*Solanum tuberosum*), principalmente, como en el caso del sistema de producción del Sr. Matíasaguay (Figura 1).

Las áreas más vulnerables identificadas dentro de las propiedades correspondían a las que se destinaban a la producción agrícola, registrándose índices de vulnerabilidad hasta de 0,95 debido a que la preparación del suelo se realizaba en favor de la pendiente. Se diseñó y aplicó el plan de implementaciones para la producción agrícola y de pasturas tomando en



[illegible]

Figura 2. Mejores prácticas de manejo (BMP) en un sistema de producción de la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

En los Cuadros 2, 3 y 4 se resumen algunos de los resultados preliminares que se han alcanzado dentro de los sistemas de producción de las unidades piloto, donde se implementaron las BMP.

Cuadro 2.

Resultados productivos del proceso de implementación de las mejores prácticas de manejo en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Denominación	Año 2006	Año 2009
Superficie en cultivos (ha)	0,90	0,90
Superficie en papas (ha)	0,25	0,31
Superficie en pasto natural (ha)	3,04	2,28
Superficie en pasto mejorado (ha)	0,59	1,35
Producción de leche por sistema (l/día)	33,00	51,00
Rendimiento de papa (t/ha)	10,80	16,20
Uso de pesticidas en papa (\$/ha)	396,00	296,00
Beneficios netos del sistema (\$/año)	1 021,00	1 378,00

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

En términos económicos (Cuadro 2), se puede señalar que hoy en día las familias perciben ingresos netos que ascienden a USD 1 378 al año, que representan un incremento del 35% en comparación a los ingresos netos del año 2006. Este se ha conseguido gracias a los incrementos en superficie y rendimientos que se han producido en los cultivos de papa y pasturas mejoradas. En el caso del cultivo de papa se han conseguido incrementos en el rendimiento de hasta el 50% (en kg/ha), principalmente por el manejo integrado del cultivo, la reducción en el uso de pesticidas que representa una reducción de costos en un 25% (en USD/ha), el uso de variedades resistentes a la lancha (*Phytophthora infestans*), la rotación de cultivos, el uso de semilla de calidad, etc. En el caso de la producción de leche los incrementos se sitúan en el nivel del 55% en l/familia/día, debido al mejoramiento de la cantidad y calidad de las mezclas forrajeras, el tratamiento sanitario y nutricional del hato ganadero.

En términos de la seguridad alimentaria de la población (Cuadro 3), luego de validar cultivos como la cebada, la quinua, el chocho y el haba, hoy en día las familias utilizan estas especies como parte de su alimentación diaria, en diferentes tipos de preparación que han aprendido a través de los procesos de capacitación que el programa ha impulsado dentro de esta microcuenca.

Cuadro 3.

Resultados en seguridad alimentaria del proceso de implementación de las mejores prácticas de manejo en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Denominación	Año 2006	Año 2009
Quinua	No existía	INIAP Tunkahuan y Pata de Venado
Cebada	No existía	Shyri y Jazmin
Chucho	No existía	450 Andino
Haba	Erosión genética	Guagrahaba e INIAP 440 y 441

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

Entendiendo que el bienestar de las familias productoras en la zona, se sustentan en los servicios ecosistémicos que ofrecen los recursos naturales, agua, suelo y biodiversidad, se identificaron las áreas de alta vulnerabilidad física, tanto en las microcuencas como en las unidades piloto, mismas que han permitido orientar las acciones para promover el manejo y conservación del capital Natural (Cuadro 4), a través de las implementaciones tecnológicas dentro de los sistemas de producción. Por otra parte, como respuesta a cómo promover la preservación de los recursos naturales, el estudio de biodiversidad ha permitido identificar las especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas que tienen valor de uso para las poblaciones rurales y que además se constituyen en una alternativa para proteger las áreas de recarga hídrica y zonas de alta vulnerabilidad.

Cuadro 4.

Resultados en el manejo de recursos naturales del proceso de implementación de las mejores prácticas de manejo en la microcuenca del río Illangama. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

Denominación	Año 2006	Año 2009
Rotación de cultivos	No existía	Cultivos-pastos
Cultivos en fajas	No existía	Pastos y cultivos
Zanjas de desviación	No existía	1372 m lineales
Curvas de nivel	No existía	En cultivos
Protección de zanjas de desviación	No existía	Con pasto milín y plantas nativas como Quishuar, Yagual, Chachacoma, Romerillo, Aliso, Pumamaqui, Lupinus, Piquil
Labranzas de conservación	No existía	En cultivos
Manejo de agua de riego	No existía	Riego por aspersión
Protección de fuentes de recarga hídrica	No existía	Plantas nativas como Quishuar, Yagual, Chachacoma, Romerillo, Aliso, Pumamaqui, Lupinus, Piquil

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

Es importante resaltar que en la generación de opciones para el manejo más eficiente y uso sustentable de los recursos naturales se priorizaron investigaciones enfocadas a diseñar estrategias de manejo de los recursos naturales, en especial de los recursos suelo, agua y biodiversidad, que fueron consensuadas con las comunidades de las microcuencas de los ríos Alumbre e Illangama. Lo más relevante en esta línea de investigación es el rescate del conocimiento local relacionado con el valor de uso de las especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas presentes en las microcuencas. Este conocimiento ha contribuido en el manejo del recurso suelo con el uso de especies que se encuentran en proceso de erosión genética. Se ha analizado con las familias productoras que el principal problema ambiental es la expansión de la frontera agrícola y con ello la deforestación, el sobrepastoreo, el pastoreo desordenado y por lo tanto se han generado acuerdos para implementar modificaciones tecnológicas y de manejo productivo con el propósito de

compatibilizar en el tiempo y en el espacio las actividades humanas con la conservación de los ecosistemas y procesos ecológicos de la zona.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las mejores prácticas de manejo (BMP) implementadas para el manejo y conservación de los recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, están demostrando ser las más adecuadas y eficientes en términos de generación de ingresos, seguridad alimentaria y recursos naturales. Los beneficios económicos obtenidos por las prácticas productivas hacen que los productores optimicen sus sistemas de producción en las áreas en donde actualmente están dedicadas para cultivos y ganadería, y por lo tanto no tienen intenciones de utilizar las zonas altas en donde se encuentran los páramos como una opción para aumentar la frontera agrícola. Este mecanismo de obtener ingresos extras, también contribuye grandemente a que los productores consideren las prácticas de manejo de recursos naturales en los sitios en donde no se debe realizar la agricultura, sino que más bien comiencen a manejarlos con prácticas como forestación y reforestación de las áreas de recarga hídrica y con potencial forestal, utilizando especies principalmente nativas.

El enfoque de aprendizaje social que promueve el desarrollo de las personas por sí mismas ha sido relevante al momento de implementar las mejores prácticas de manejo de los recursos naturales, ya que este promueve en los productores y sus familias y las comunidades, la equidad social, de género y ambiental; por eso, será necesario seguir consolidando y fortaleciendo las alianzas estratégicas con organizaciones e instituciones que promuevan el manejo de los recursos naturales.

No cabe duda que sin la disponibilidad de todos los estudios técnico-científicos generados a través del desarrollo del programa, no hubiera sido factible definir e implementar las mejores prácticas de manejo en los diferentes sistemas de producción; por eso, será importante que estos estudios, consolidados metodológicamente para el manejo de recursos naturales en cualquier ámbito de microcuencas, subcuencas y cuencas, sean tomados en consideración en la implementación de programas y proyectos que llevan

adelante las instituciones responsables de las políticas e implementaciones en el ámbito de los recursos naturales del país.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R. 2008. *Household Assets, Livelihood Decisions and Well-being in Chimbo Ecuador*. MSc. Thesis, Department of Agriculture and Applied Economics, Virginia Tech.
- Aldenderfer, M. & Blashfield, R. 1984. *Cluster Analysis; Series: Quantitative Applications in the Social Science*. Beverly Hills: SAGE University Paper.
- Barrera, V.; Alwang, J. & 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–SANREMCSP–SENACYT. Boletín Divulgativo No. 339. Quito, Ecuador. 87 pp.
- Barrera V.; Cárdenas F.; Escudero, L. & Alwang, J. 2006. *Estudio de Línea Base del proyecto “Manejo de recursos naturales basado en cuencas hidrográficas en agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo”*. INIAP-SANREMCSP. Quito, Ecuador. 146 pp.
- Barrera V., Cárdenas F. & Monar C. 2005. *Diagnóstico Participativo con enfoque de género para la subcuenca hidrográfica del río Chimbo*. INIAP-SANREMCSP. Quito, Ecuador. 24 pp.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. & Chamorro, F. 2004. *Manejo del Sistema de Producción “Papa-Leche” en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas*. Editorial ABYA-YALA. Boletín Técnico No. 112. INIAP-CIP-PROMSA. Quito, Ecuador. 196 pp.
- Bennett, A. 2004. *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. UICN – Unión Mundial para la Naturaleza. San José. Costa Rica. pp. 3-14.
- Calles, J. 2007. *Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar*. EcoCiencia. Quito-Ecuador. 30 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.
- Carney, D. 1998. *Sustainable Rural Livelihoods –What Contribution can we make?* Department for International Development, London, ISBN 1 86192 082 2.
- Chambers, R. & Conway, G. 1992. *“Sustainable rural livelihoods: Practical Concepts for the 21st century*. IDS Discussion Paper 296. Brighton, UK: Institute for Development Studies.
- Cruz, E. 2009. *Estudio sobre la biodiversidad arbórea y arbustiva en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre – Provincia Bolívar, Ecuador*. Informe técnico. INIAP, Quito. Ecuador. 26p.

- De Marco, J. & Monteiro Coelho, F. 2004. *Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production*. Biodiversity and Conservation 13: 1245-1255.
- DFID. 1998. *Sustainable rural livelihoods: what contribution can we make?*. Department for International Development. pp. 20-32.
- Dourojeanni, A. & Jouravlev, A. 2001. *Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua: Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Serie Recursos Naturales e Infraestructura n°35, Santiago, Chile.
- Ellis, F. 1998. *Household strategies and rural livelihood diversification*. Journal of Development Studies. 34 (1): 1-38.
- Everitt, B. 1993. *Cluster Analysis*. New York: Edward Arnold A Division of Hodder & Stoughton, Third Edition.
- Friedmann, J. 1993. *Toward and Non-Euclidean Mode of Planning*. In: Journal of American Planning Association, 482. Chicago.
- 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*. MAG-BID-IICA. Quito, Ecuador. 220 pp.
- GPB. 2004. *Plan Estratégico de Desarrollo Provincial 2004-2024*. Gobierno Provincial de Bolívar, Dirección de Planificación. AH/editorial. Guaranda, Ecuador. 224 pp.
- Hardie, J. 1988. *Measuring Development Effects of Agricultural Research in the Third World. Case Study Methodologies*. Paper prepared for the Rutgers University/ISNAR Agricultural Technology Workshop, July 1988.
- Hart, R. 1980. *Agroecosistemas: conceptos básicos*. CATIE, Turrialba – Costa Rica. 211 pp.
- INIAP. 2008. *Sistema de Información Geográfica de la Subcuenca del río Chimbo, Bolívar-Ecuador*. Red de Monitoreo Climático. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- INEC-MAG. 2002. *III Censo Nacional Agropecuario: Resultados Nacionales, Provinciales y Cantonales*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Volumen 1. Quito, Ecuador.
- León-Velarde, C. & Barrera, V. 2003. *Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador*. Editorial Tecnigrava. Boletín Técnico No. 95. INIAP-CIP-PROMSA-SLP. Quito, Ecuador. 187 p.
- Scherr, S. & McNeely, J. 2004. "Reconciling Agriculture and Wild Biodiversity Conservation: Policy and Research Challenges". In: *Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity: A Sourcebook*, Ed. CIP-UPWARD. pp. 46-55.
- Scherr, S. & Downward, A. 2000. *Spiral? Recent Evidence on the Relationship between Poverty and Natural Resource Degradation*. Food Policy, v. 5(4): 479--98.
- Ward, H. 1963. *Hierarchical Grouping to Optimize and Objective Function*. Journal of the American Statistical Association 58, 301, 236-244.

ANEXOS

Anexo 1.

Breve descripción de las unidades piloto en las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre. Subcuenca del río Chimbo, Ecuador-2009.

Microcuenca Comunidad	Altitud m	Principales rubros productivos	Estrategia de vida	
Illangama	Marcopamba	3 533	Pasturas naturalizadas, papa y cebada	E1. Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca.
	Culebrillas	3 650	Pasturas mejoradas y naturalizadas y cebada	
	Culebrillas	3 781	Pasturas naturalizadas y papa	E2. Dependiente de la agricultura, ganadería e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.
	Marcopamba	3 364	Pasturas mejoradas y papa	
	Mulanga	3 616	Pasturas mejoradas y naturalizadas, papa y cebada	
	Marcopamba	3 533	Pasturas mejoradas, bosque de pino y papa	
Illangama	3 252	Pasturas mejoradas y naturalizadas, papa y quinua	E4. Dependiente de la agricultura, ingresos por ayuda social e ingresos por migración.	
Alumbre	Bola de Oro	2 000	Fréjol voluble y maíz duro local	E1. Dependiente de la agricultura, ganadería, ingresos por negocios propios e ingresos por trabajo fuera de la finca con salario.
	Bola de Oro	1 900	Fréjol voluble, tomate riñón y maíz duro	
	Bola de Oro	1 955	Maíz duro y fréjol voluble	E2. Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por ayuda social.
	San Pedro del Guayabal	2 407	Maíz suave, trigo y cebada	
	Bola de Oro	1 820	Maíz duro, fréjol voluble y Hortalizas	E3. Dependiente de la agricultura, ingresos por trabajo agrícola fuera de la finca e ingresos por migración.
	San José del Guayabal	2 315	Maíz suave	

Fuente: Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, 2009.

Lecciones aprendidas y recomendaciones

LECCIONES APRENDIDAS

Como se puede observar en los diferentes artículos que contiene este documento técnico, se está construyendo un *Proceso de Planificación Participativa* para el reordenamiento territorial productivo en áreas de alta vulnerabilidad física y ambiental, basados en el manejo adaptativo dentro de la *Gestión Integrada de Subcuenca*, diseñando mecanismos para hacer disponible las innovaciones tecnológicas y adaptarlas a las necesidades locales, invirtiendo los activos disponibles para mejorar el bienestar de las familias productoras y manejar y conservar el capital natural, sustento de sus estrategias de vida.

Las acciones impulsadas para la *Planificación Participativa de la Subcuenca* y para implementar la I+D+i, están permitiendo diseñar el *Plan de Manejo de la Subcuenca*. Se ha incentivado la participación e interacción institucional de organismos y gobiernos locales para impulsar la implementación del *Plan de Manejo de la subcuenca*, aunque todavía se tienen dificultades en la participación activa y en el cumplimiento de compromisos por parte del Gobierno Provincial de Bolívar. Esta institución, más que un aliado estratégico, el programa lo considera como en un actor dentro de la *Gestión Integrada de la Subcuenca*, debido a que es el ente que dirige las políticas públicas de la provincia y es por ello que se insiste en el proceso de empoderamiento de manera que a corto o mediano plazo asuma el liderazgo en la implementación del *Plan de Gestión de la Subcuenca*, actividad que por ley y competencias le corresponde.

La *Gestión Integrada de la Subcuenca*, en el programa, es considerada como un proceso altamente social, es decir, promueve y requiere de un capital social fortalecido alrededor del capital natural. En la zona se cuenta

con este capital pero una de las principales dificultades que se ha ido mejorando, es la falta de interacciones institucionales a nivel local. Existe celo entre organizaciones y a nivel de las instituciones públicas hay conflicto de competencias, esto hace que en muchos casos las instituciones que disponen de recursos financieros, para invertir, no quieran participar activamente por que señalan son competencias de otra institución.

Otra dificultad encontrada es que las organizaciones públicas que tienen definidas sus competencias y que se relacionan con el manejo y conservación del capital natural, no cuentan con un equipo técnico con conocimientos en la *Gestión Integrada de Cuencas*, pese a que el nuevo marco jurídico del Ecuador menciona que este enfoque es primordial para el manejo de los recursos naturales y el desarrollo sostenible; es decir, se han definido competencias pero todavía no se ha invertido en mejorar y fortalecer el capital humano de las instituciones públicas.

Para el programa, este proceso ha sido gratificante, debido al gran interés y preocupación por parte de las comunidades y las organizaciones comunitarias, quienes apoyan la gestión del programa, participan activamente y están aplicando las alternativas en sus sistemas de producción en la medida de sus capitales disponibles. En la actualidad, las comunidades de la subcuenca del río Chimbo están empeñadas en continuar con este proceso y en respaldar al programa en la búsqueda de financiamiento para la masificación de las alternativas impulsadas.

Desde las lecciones aprendidas en la subcuenca del río Chimbo, se evidencia que para seguir trabajando participativamente con el enfoque de *Gestión Integrada de Cuencas*, desde la equidad social, de género y ambiental, es necesario seguir consolidando y fortaleciendo las alianzas estratégicas; promover el desarrollo de capacidades locales y el reconocimiento de los activos disponibles; rescatar, evaluar y masificar tecnologías locales que apunten al mejoramiento del capital natural e internalizar el concepto de articulación de acciones y políticas para el desarrollo local sostenible. Esto último a nivel de los gobiernos seccionales y nacionales.

RECOMENDACIONES

Debido a la disponibilidad de los estudios científico-técnicos sobre vulnerabilidad física y ambiental, tanto a nivel de las microcuencas y a nivel de los sistemas de producción alternativos, así como de la identificación de especies arbóreas y arbustivas nativas y endémicas que pueden utilizarse para plantación y reforestación de áreas frágiles, se recomienda que los gobiernos locales y el gobierno nacional, inviertan para la protección y conservación del capital natural en la subcuenca del río Chimbo.

Sería conveniente introducir dentro de los sistemas productivos especies arbóreas y arbustivas bajo sistemas agroforestales o silvopastoriles, debido a que las 3 852 ha determinadas con vocación forestal en la microcuenca del río Illangama y las 2 275 ha en la microcuenca del río Alumbre, se utilizan en la producción agropecuaria y sería muy difícil económicamente que la gente la destine solo a la plantación forestal.

El programa viene desarrollando un *Proceso de Planificación Participativa* para el reordenamiento territorial productivo y ha generado una metodología de trabajo que es útil y ha sido aceptada por los productores de los sistemas de producción alternativos en las dos microcuencas; por ello, se recomienda que las instituciones que disponen de recursos financieros para realizar inversiones orientadas a la conservación del capital natural se vinculen a través de alianzas estratégicas, se capaciten y se genere una agenda compartida para la ejecución de acciones en la *Gestión Integrada de Cuencas*.



DE LOS
AUTORES

Jeffrey Alwang es Ph.D. en Agricultura y Desarrollo Económico por la Universidad de Cornell. Es profesor en el Departamento de Economía Agrícola y Aplicada de Virginia Tech desde 1989, donde enseña a estudiantes de pregrado y graduados y conduce investigaciones, las mismas que se enfocan en las políticas para aliviar la pobreza en las áreas rurales, el crecimiento agrícola sustentable para la reducción de la pobreza y el desarrollo rural. Sus recientes proyectos internacionales de investigación han examinado el desarrollo rural integral en la zona norteña de El Salvador, Manejo Integrado de Plagas en Ecuador y Honduras, y la Agricultura Sustentable y Manejo de Recursos Naturales en Ecuador y Bolivia. Ha recibido recursos de investigación de algunas organizaciones, entre otras, USAID, Banco Mundial, USDA, FAO, UNICEF y PNUD. Ha colaborado en la investigación de numerosas organizaciones nacionales e internacionales, incluyendo: INIAP (Ecuador), PROINPA (Bolivia), FHIA (Honduras), CND (El Salvador), RUTA y CATIE (Costa Rica), IFPRI, ILRI, CIP e ICARDA.

Robert Andrade es M.Sc. en Economía Agrícola Aplicada por la Universidad Politécnica Estatal de Virginia. Realizó sus estudios universitarios en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de Quito. Se ha desempeñado como investigador durante toda su carrera profesional en diversas áreas de investigación. Perteneció a las Unidades de Validación y Transferencia de Tecnología del INIAP y el Programa Nacional de Forestaría de la misma institución, lo cual le ha permitido relacionarse con diversas instituciones nacionales e internacionales y participar en el desarrollo y ejecución de diversos proyectos en el sector agrícola. Actualmente desempeña sus actividades en la Unidad de Evaluación de Impactos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que pertenece al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y es líder en diversos temas de investigación agrícola a nivel mundial.

Víctor Barrera es Ph.D. en Planificación y Gestión de Proyectos de Desarrollo Rural Sostenible por la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha desempeñado durante toda su carrera profesional como Investigador Agropecuario del INIAP. Ha sido profesor de las cátedras de Sistemas de Producción y Diseño y Evaluación de Proyectos en Postgrados de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Universidad Técnica de Ambato y la Universidad de Cuenca. Autor y coordinador de varios proyectos de inves-

tigación/desarrollo en alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales, como el Centro Internacional de la Papa, los Programas Colaborativos de Soporte a la Investigación IPM CRSP y SANREM CRSP de USAID, Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios PROMSA, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT, entre otros. Ganador del Premio Fabián Portilla Rocha al mejor trabajo de investigación otorgado por el INIAP en el año 2001. Actualmente es el coordinador del IPM CRSP y el SANREM CRSP para América Latina.

Hernán Borja es Ingeniero Civil por la Universidad Central del Ecuador. Tiene una especialización en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible y Sustentable. Se ha desempeñado como Perito Técnico del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y Director de Obras Públicas del Gobierno Provincial de Bolívar. Actualmente es Líder del Centro Zonal de Guaranda de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

Juan Calles es M.Sc. en Ecología Tropical por el Departamento de Ecotoxicología Acuática de la Universidad de Ámsterdam. Realizó investigaciones sobre los efectos de la deforestación en macro-invertebrados acuáticos y los procesos ecológicos en ríos de bosque nublado. Ha participado como consultor ambiental en manejo de cuencas, fortalecimiento a gobiernos locales, cambio climático en ONGs como Fundación Natura (Proyecto GLOWS), EcoCiencia y Fundación Agua. Ha realizado la evaluación de la calidad del agua y el establecimiento de Sistemas de Monitoreo a través de indicadores biológicos en la Cuenca del Río Pastaza y Río Chimbo. Actualmente coordina el proyecto “Conservación a través del fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de la cuenca del río Dashino, Cantón Gonzalo Pizarro-Sucumbíos” en la Fundación EcoCiencia.

Adriana Cárdenas es M.Sc. en Manejo del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por la Universidad de Queensland-Australia. Posee una especialización en Cambio Climático y Mecanismos de Desarrollo Limpio. Actualmente se encuentra realizando una maestría. Ha trabajado como investigadora y directora de varios proyectos en la Unidad de Geografía de EcoCiencia. Entre las principales alianzas y proyectos coordinados se encuentra el apoyo a la Red RAISG-Sudamérica, la construcción del mapa de ecosistemas amazónicos del Ecuador en el marco de la CAN, apoyo en

la investigación del SANREM CRSP y en Forest Service-USDA. Su especialidad está en el análisis de deforestación y cambio de uso del suelo en base a sensores remotos y modelamiento con sistemas de información geográfica. Ha desarrollado iniciativas relacionadas con el manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas, conflictos socioambientales, sistemas de monitoreo socioambiental, marco de la implementación de REDD en territorios indígenas, y zonificación para la gestión del territorio, y para la conservación.

Flor María Cárdenas es M.Sc. en Agronomía por la Universidad de Puerto Rico y en Género, Equidad y Desarrollo Sostenible por la Universidad Técnica de Ambato. Fue investigadora agropecuaria y social del INIAP durante 30 años. Ha sido autora y coordinadora responsable de varios proyectos de Investigación y Desarrollo, vinculados como alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Centro Internacional de la Papa (CIP), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), entre otros. Autora y co-autora de varias publicaciones técnicas y científicas. Actualmente se desempeña como Docente-Investigadora en Pregrado de la “Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí”, en Calceta-Ecuador.

Yamil Cartagena es M.Sc. en Edafología en la especialidad de Nutrición Vegetal por el Colegio de Postgraduados de Chapingo en México. Se ha desempeñado durante su carrera profesional como Investigador Agropecuario del INIAP. Ha sido profesor de las cátedras de Nutrición de Plantas y Suelos en Pregrados de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y Escuela Politécnica Nacional. Autor y coordinador de varios proyectos de investigación/desarrollo en áreas de conservación de suelos, nutrición vegetal y riego, en alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales, como el Centro Internacional de la Papa, Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios PROMSA, Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT, entre otros. Actualmente colabora con el SANREM CRSP para Ecuador.

Fernando Chamorro es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Central del Ecuador, especialista en Transferencia de Tecnología. Se ha desempeñado durante toda su carrera profesional como investigador agropecuario del INIAP. Ha sido responsable de las actividades de Validación y Transferencia de Tecnología en las provincias del Carchi e Imbabura y participado en los proyectos que se ha ejecutado en la provincia del Carchi, relacionados con el Manejo Integrado de Plagas en papa y sistema de producción de leche. Actualmente es técnico del INIAP dentro del marco del proyecto SANREM CRSP-SENACYT en donde tiene como responsabilidad la sistematización y análisis de la información de los estudios de agricultura de conservación.

Edwin Chela es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Estatal de Bolívar. Realizó su tesis de pregrado en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP con el tema titulado “Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca de la quebrada Chilcapamba, cantón Chillanes, provincia de Bolívar”. Fue profesor de la cátedra de manejo de suelos y fertilizantes en el Colegio Técnico Los Casaiches de Guaranda. Actualmente es técnico del INIAP dentro del marco del proyecto SANREM-CRSP en donde tiene como responsabilidad los estudios de agricultura de conservación.

Moazir Céleri es Ingeniero Agroforestal por la Universidad Estatal de Bolívar. Se ha desempeñado como Tesista del Programa INIAP-SANREM CRSP-SENACYT “Manejo integrado de los recursos naturales para la agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo”. En el marco de este proyecto ha realizado investigaciones relacionadas con la caracterización de los sistemas de producción de la subcuenca del río Chimbo y la cadena de la leche de la microcuenca del río Illangama. Actualmente es técnico del INIAP dentro del marco del proyecto SANREM-CRSP en donde tiene como responsabilidad los estudios de agricultura de conservación y socio-económicos.

Elena Cruz es M.Sc. en Socio Economía Ambiental por el CATIE-Costa Rica y Gestión de la Producción por la UTC-Ecuador. Ha colaborado con el Proyecto de Desarrollo Rural UNIR-Ecuador financiado por la fundación W. K. Kellogg en los programas agropecuarios y formó parte de la

delegación ecuatoriana en la VI Reunión de Programas UNIR de América Latina desarrollada en Costa Rica. Profesionalmente, se desempeñó como coordinadora del área de producción agrícola del “*Proyecto de Desarrollo Agrícola con Riego Quinsaloma*” financiado por el Fondo Ecuatoriano Canadiense FECD. Posteriormente, se vincula como catedrática a la Universidad Técnica de Cotopaxi y lidera el área de Microbiología Agrícola. Ha desarrollado investigaciones en el área ambiental y socioeconómica en la subcuenca del río Copán en Honduras para el proyecto “The Impact of Improved Cattle Production Practices on Biodiversity”, el Programa Focuencias II del CATIE y en la subcuenca del río Chimbo en Ecuador.

Jorge Del Pozo es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Estatal de Guayaquil. Tiene una especialización en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible y Sustentable. Se ha desempeñado como técnico de la Agencia de Aguas del Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI), técnico y jefe de la Agencia del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y jefe de la Agencia de Aguas de Guaranda de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

Luis Escudero es Ingeniero Agrónomo por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Profesionalmente se ha desempeñado como investigador en campo de agricultores en varios proyectos financiados con fondos nacionales e internacionales. Trabajó para el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN), donde desarrolló el estudio socioeconómico para implementar un trabajo de conservación de suelos en zonas de ladera en el cantón Espejo de la provincia del Carchi. En el CIP fue el responsable del seguimiento dinámico de los sistemas de producción para determinar los costos que implica la producción de papa en la provincia del Carchi. Ha sido el responsable del proyecto IPM CRSP en la provincia del Carchi, en las investigaciones realizadas en el manejo integrado de plagas en el cultivo de papa. Desde el año 2006 es el coordinador del programa “Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo”, ejecutado por el INIAP-SANREM CRSP-SENACYT.

Henry Fierro es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Estatal de Bolívar. Es especialista en producción agropecuaria, diplomado en econo-

mía agropecuaria y egresado de maestría en Gerencia de Empresas Agropecuarias. Tiene capacitaciones nacionales en diversos ámbitos de la producción y un curso internacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas en el CATIE-Costa Rica. Trabajó en el INIAP como responsable de capacitación y transferencia de tecnología a diferentes beneficiarios. Como técnico del Gobierno Provincial de Bolívar a ejecutado proyectos de forestación y reforestación en la subcuenca del río Chimbo, y actualmente es Responsable del Área de Medio Ambiente de la misma institución.

Wills Flowers es Ph.D. en Entomología por el Centro de Control Biológico de la Universidad de Florida A&M. Es un investigador de la taxonomía de insectos Neotropicales y en el biomonitoreo para calidad de agua dulce en países de América Latina. Por más de 20 años ha sido un colaborador con el Instituto Nacional de Biodiversidad en Costa Rica. Recientemente ha recibido una beca de la Fundación Fulbright por un año sabático en Ecuador (2009–2010). Desde 1999 ha participado en las programas de IPM-CRSP y SANREM-CRSP en Ecuador.

Martha González es Ingeniera Agroforestal por la Universidad Estatal de Bolívar. Se ha desempeñado como técnico pasante en el Gobierno Provincial de Bolívar e investigadora en el proyecto “Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo”, ejecutado por el INIAP-SANREM CRSP-SENACYT. En el marco de este proyecto ha realizado investigaciones relacionadas con el Enfoque de Género, Caracterización de Especies de Flora Nativa y Caracterización de los sistemas de producción de la subcuenca del río Chimbo. Actualmente es Docente de la Universidad Estatal de Bolívar y Contadora de la Fundación Casaichis Runacunapac Inti Churi.

Carlos Monar es M.Sc. en Agronomía y Gerencia de Empresas Agropecuarias. Durante 25 años, se ha desempeñado como Investigador Agropecuario del INIAP como responsable de la Unidad de Validación, Transferencia de Tecnología y Capacitación en la provincia Bolívar. Fue responsable del equipo técnico de varios proyectos desarrollados por el PROTECA, PROMSA, SENACYT y SANREM CRSP de USAID. Autor y coautor de literatura científica y técnica. Es Profesor de las asignaturas de Estadística, Diseño Experimental (Biometría) y Proyectos de la Escuela de Ingeniería

Agronómica. Autor y coautor de varios proyectos de Investigación y Desarrollo en alianzas estratégicas locales y regionales. Autor y coautor de la liberación de variedades de trigo, maíz, cebada, fréjol voluble y arbustivo, quinua, chocho, arveja y papa. Director y Biometrista de alrededor de 40 tesis de pregrado y posgrado. Actualmente, es Director del Centro de Investigación Especializada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.

Nelson Monar es M.Sc. en Gerencia Educativa por la Universidad Estatal de Bolívar. Durante su vida profesional se ha desempeñado como Docente Investigador de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Miembro del equipo multidisciplinario del proyecto de investigación INIAP-SANREM CRSP-SENACYT, financiado por USAID y el Gobierno de Ecuador. Autor y coautor de varios proyectos desarrollados en la UEB. Es profesor a dedicación exclusiva de las cátedras de Agroecología y Manejo y Conservación de Suelos y coordinador del proyecto “Producción y comercialización de capsicum” en alianza estratégica con el Programa Mexicano de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Director y miembro de tribunales tesis de pregrado y posgrado, en la actualidad es Director de Unidades Académicas Productivas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la UEB.

Carlos Montúfar es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Central del Ecuador y candidato a Maestro en Ciencias Ambientales por la Universidad Internacional SEK. Se ha especializado en la evaluación y planificación de los recursos naturales con la ayuda de herramientas como la teledetección y los sistemas de información geográfica. Inicio su actividad profesional en el SIGAGRO, tuvo un paso enriquecedor en el INIAP y actualmente trabaja en el CLIRSEN. Ha sido profesor de la cátedra de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Técnica del Norte. Tuvo la posibilidad de capacitarse en la Universidad Politécnica Estatal de Virginia, en temas relacionados con el modelamiento de cuencas hidrográficas a través del uso de modelos como el SWAT.

Eugenia Núñez es Ingeniera Agroforestal por la Universidad Estatal de Bolívar. Se ha desempeñado como técnico pasante en el Gobierno Provincial de Bolívar e investigadora en el proyecto “Manejo integrado de los

recursos naturales para agricultura de pequeña escala: El caso de la subcuenca del río Chimbo”, ejecutado por el INIAP-SANREM CRSP-SENACYT. En el marco de este proyecto ha realizado investigaciones relacionadas con la Optimización de los Modelos de Hogares con base en las formas de sustento en la subcuenca del río Chimbo. Actualmente es profesora del Colegio San Pedro de Guanujo.

Franklin Valverde es M.Sc. en Edafología por el Colegio de Posgraduados de Montecillos, México. Su carrera profesional la ha desarrollado como investigador del INIAP en el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina desde el año 1978 y responsable de éste desde el 2001 al 2009. Experiencia en investigaciones de Laboratorio, invernadero y campo con rocas fosfóricas, evaluación de nutrientes en los principales cultivos de la sierra, uso de abonos orgánicos en la nutrición de plantas, manejo integral de suelos de ladera, génesis y clasificación de suelos. Autor y coautor de varias publicaciones nacionales e internacionales. Responsable de varios proyectos: PROMSA, OIEA en Nutrición de palma Africana, IPNI en papa y maíz, LEVAPAN con vinaza y colaborador con los Proyectos SANREM CRSP y SENACYT. Docente en la Universidad Técnica del Norte, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Central del Ecuador.



ESTA PUBLICACIÓN ES FINANCIADA POR LA DIRECCIÓN
DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA DEL INIAP Y POR EL PROGRAMA
SANREM CRSP DE LA **USAID**



ISBN-978-9978-92-943-8



9 789978 929438