



# 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

Tel: 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

Tel: 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 ••••• Introduccion  
*(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 ••••• Introduccion  
*(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)

## 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 m<sup>2</sup> 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, Gananería, 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

$$p_i = ni/N$$

ni= número de individuos por especie

N= total de individuos identificados

ln p<sub>i</sub> 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<sub>inv</sub> representa el valor del índice Inverso de Simpson

n<sub>i</sub> = 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 Chi<sup>2</sup>, para determinar la dependencia entre la riqueza de especies y la microcuenca en estudio. La fórmula de cálculo se la describe a continuación.

### Prueba Chi<sup>2</sup> de Pearson

$$Chi^2 = \sum_i (Vo_i - Ve_i)^2 / Ve_i \quad (3)$$

Donde:

Vo= Valores observados

Ve= Valores esperados<sup>2</sup> (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 corugata, S. fluculosa, Lepechinia bullata	Asteraceae	Critoniopsis sodiroi, Piptocomoa discolor, Vernonanthurus patens, Erato sodiroi, Erato polymnioides, Smilax fruticosa, Dendrophorbium lörense
Buddlejaceae	Buddleja aff. tucumanensis, B. incanas	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 pulcherrima, 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.







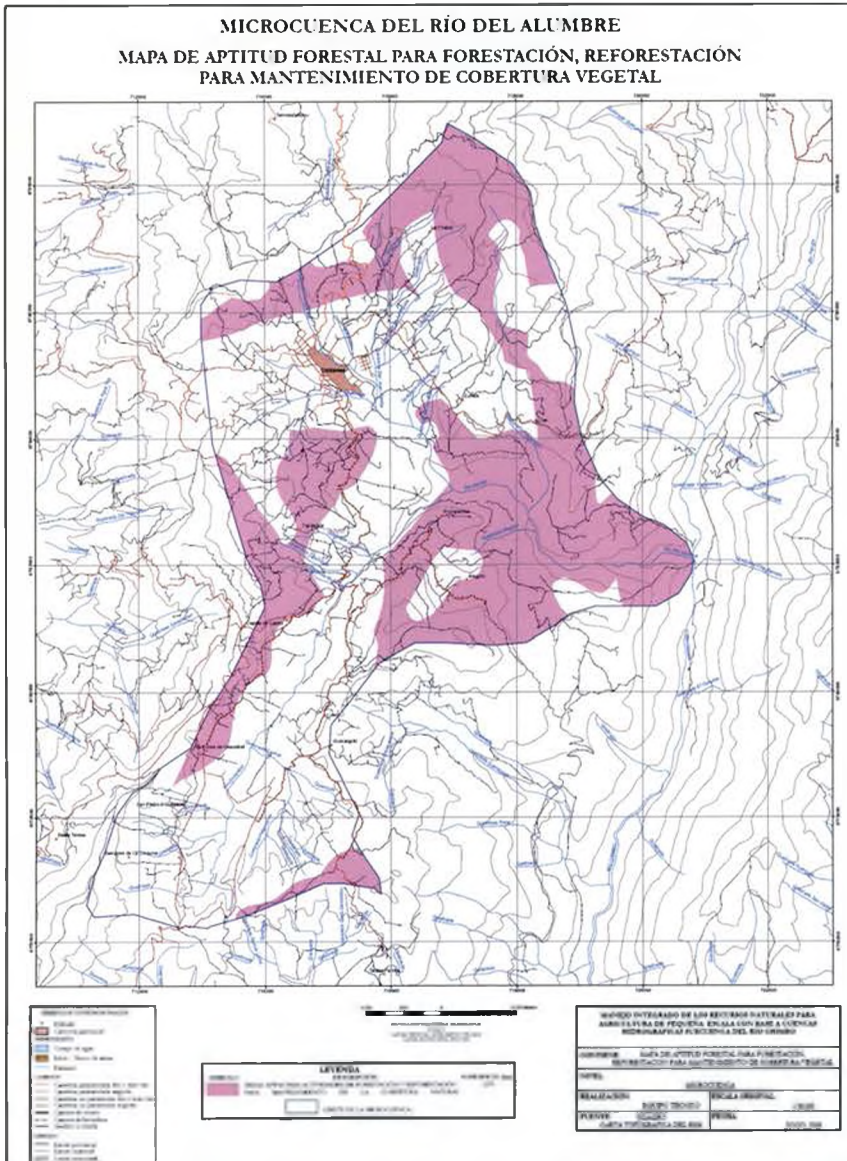


Figura 2. Áreas con vocación agroforestal en la microcuenca del río Alumbre. Subcuenca del río Chimbo-Ecuador, 2009.

## 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](http://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, E.; Faustino, J. y Campos, J. 2006. *Bases conceptuales de la cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión 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.