

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Escuela de Ingeniería Agronómica

**PROSPECCIÓN DE ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE
PARA LA GESTIÓN Y EL MANEJO SOSTENIBLE DE
LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

DIANA ADELA ANDRADE BALAREZO

QUITO-ECUADOR

2010

**PROSPECCIÓN DE ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE PARA
LA GESTIÓN Y EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA
MICROCUEEN CA DEL RÍO CHIMBORAZO**

APROBADO POR:

Anibal Arévalo Dip. Sup.
DIRECTOR DE TESIS

César Viteri M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Héctor Andrade M.Sc.
PRIMER VOCAL

Mauricio Proaño M.Sc.
SEGUNDO VOCAL

2010

DEDICATORIA

A Dios y mi familia.

Al Programa Nacional de Forestería,
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

A las comunidades de la microcuenca del río Chimborazo,
San Juan, Riobamba-Chimborazo.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas,
Universidad Central del Ecuador.

AGRADECIMIENTO

A Dios y mi familia por su amor y amistad.

A la ternura, confianza y sencillez
de quienes Dios me ha permitido conocer.

Al Programa Nacional de Forestería del INIAP, en especial al Dr. Jorge
Grijalva O. -Líder Nacional del Programa- y al M.Sc. Raúl Ramos V.

A las comunidades de la microcuenca del río Chimborazo,
San Juan-Riobamba.

Al Centro Bioforesta - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
principalmente a la M.Sc Jenny Núñez y al personal del vivero.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador,
en especial a mis maestros.

A la unidad técnica INIAP-Chimborazo.

A tod@s por contribuir con mi formación
y con la realización de éste trabajo.

Dio juvante

“...la felicidad es el camino...”

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINAS
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Cuenca hidrológica.....	5
2.2. Agroforestería.....	9
2.3. Microcuenca del río Chimborazo.....	11
2.4. Árboles de uso múltiple (AUM).....	14
2.5. Semillas forestales.....	16
2.6. Fuentes semilleras forestales.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Características del área de estudio.....	20
3.2. Materiales.....	21
3.3. Métodos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Características y usos de los árboles de uso múltiple.....	32
4.2. Características y usos de los arbustos.....	38
4.3. Análisis del saber local sobre los AUM.....	42
4.4. Análisis de priorización de AUM.....	44
4.5. Evaluación agronómica de AUM en sistemas agroforestales.....	46
4.6. Análisis de la fracción de carbono en el componente leñoso.....	61
4.7. Cantidad de leña recolectada.....	63
4.8. Valor nutritivo de árboles con aptitud forrajera.....	64
4.9. Fuentes semilleras identificadas en la microcuenca del río Chimborazo..	68
4.10. Sistematización de técnicas de multiplicación de AUM priorizados.....	73
V. CONCLUSIONES	80

VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. RESUMEN.....	82
SUMMARY.....	84
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	86
IX. ANEXOS.....	94
ANEXO 1.....	94
ANEXO 2.....	95
ANEXO 3.....	96
ANEXO 4.....	97
ANEXO 5.....	98
ANEXO 6.....	99
ANEXO 7.....	99
ANEXO 8.....	100
ANEXO 9.....	101
ANEXO 10.....	102
ANEXO 11.....	104
ANEXO 12.....	104
ANEXO 13.....	105
ANEXO 14.....	105
ANEXO 15.....	106
ANEXO 16.....	107
ANEXO 17.....	108
ANEXO 18.....	109
ANEXO 19.....	110
ANEXO 20.....	111
ANEXO 21.....	112
ANEXO 22.....	113
ANEXO 23.....	114
ANEXO 24.....	115
ANEXO 25.....	116
ANEXO 26.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG.
1. Árboles identificados y usos en la microcuenca del río Chimborazo	36
2. Arbustos identificados y usos en la microcuenca del río Chimborazo.....	40
3. Número de talleres para identificar y priorizar árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.....	42
4. Frecuencia absoluta y relativa de los productos y servicios de árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.	43
5. Matriz de priorización de árboles de uso múltiple en función de la información primaria y secundaria. Microcuenca del río Chimborazo....	44
6. Matriz para identificación de SAF` s en los cuales se asocian los AUM priorizados en la microcuenca del río Chimborazo.....	48
7. Tipos y tecnologías de los SAF` s relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.....	50
8. Densidad y evaluación dendrológica del componente leñoso en los SAF` s seleccionados de la microcuenca del río Chimborazo.....	52
9. Bbiomasa aérea de los AUM evaluados en SAF` s relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.....	53
10. Biomasa aérea y rendimiento de los cultivos en el SAF de la comunidad Santa Isabel, microcuenca del río Chimborazo.....	55
11. Biomasa y rendimiento de los cultivos en el Huerto integral “Los Lupinos”, microcuenca del río Chimborazo.....	56
12. Biomasa y rendimiento de los cultivos en el sistema silvopastoril de la comunidad Santa Martha, microcuenca del río Chimborazo.....	57
13. Biomasa aérea y rendimiento de los cultivos en el Huerto integral “Los Tilos” de la microcuenca del río Chimborazo.....	58

14. Biomasa y rendimiento del componente herbáceo en el sistema silvopastoril de la UCASAJ en la microcuenca del río Chimborazo.....	59
15. Biomasa y rendimiento promedio de los cultivos en el SAF agrisilvopastoril asociación Calera Shobolpamba en la microcuenca del río Chimborazo.....	60
16. Carbono fijado por los AUM de los SAF's relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.....	61
17. Cantidad de leña de los AUM en los SAF's relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.....	63
18. Composición química de árboles de uso múltiple en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo.....	67
19. <i>Fuentes semilleras identificadas y fuentes de conservación</i> de árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.....	71
20. Viveros forestales en la microcuenca del río Chimborazo.....	73
21. Evaluación del prendimiento de estacas de yagual (<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.) en el vivero UCASAJ, microcuenca del río Chimborazo.....	75
22. Evaluación del prendimiento de estacas de tilo (<i>Sambucus nigra</i> L.) en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.....	76
23. Evaluación del prendimiento de plántulas de lupino (<i>Genista monspessulana</i> L.A.S.) en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.....	76
24. Evaluación de la calidad física de AUM en el Laboratorio del centro Bioforesta-ESPOCH, Riobamba.....	77
25. Evaluación de la calidad fisiológica de semillas en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.....	78
26. Determinación de la calidad fisiológica de semillas en el laboratorio del centro Bioforesta-ESPOCH, Riobamba	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	PÁG.
1. Carbono fijado en los árboles de uso múltiple de los sistemas agroforestales relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.....	62
2. Cantidad de leña recolectada en un aprovechamiento de poda ocasional, en sistemas agroforestales relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
1. Zonas principales de funcionamiento hídrico de una cuenca.....	6
2. Elementos fundamentales para el manejo y gestión de cuencas.....	7
3. Mapa de la microcuenca del río Chimborazo.....	22
4. AUM priorizados mediante triangulación.....	46
5. SAF comunidad Chimborazo.....	102
6. SAF comunidad Santa Isabel.....	102
7. SAF Huerto integral “Los lupinos”.....	102
8. SAF silvopastoril Asociación Santa Martha.....	103
9. SAF Huerto integral “Los Tilos”.....	103
10. SAF UCASAJ.....	103
11. SAF agrisilvipastoril Calera Shobolpamba.....	103

FOTOGRAFÍA	PÁG.
1. SAF Comunidad Chimborazo.....	102
2. SAF Comunidad Santa Isabel.....	102
3. Evaluación en la interfase árbol-cultivo, SAF Santa Isabel.....	54
4. SAF Huerto integral “Los Lupinos”.....	102
5. Evaluación de biomasa en el Huerto integral “Los Lupinos”.....	102
6. SAF, silvopastoril Asociación Santa Martha.....	103
7. SAF, Huerto integral “Los Tilos”.....	103
8. SAF UCASAJ.....	103
9. SAF agrisilvipastoril Calera Shobolpamba.....	103
10. Ramoneo de tilo y lupino en lindero, Santa Martha.....	65
11. Bovino consumiendo tilo, comunidad Santa Martha	66

LISTA DE ABREVIATURAS

AUM	Árbol de uso múltiple
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
EESC	Estación Experimental Santa Catalina, INIAP
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
FAO	Food and Agriculture Organization
FC	<i>Fuente de conservación</i>
FI	<i>Fuente semillera identificada</i>
FOCIFCH	Federación de organizaciones campesinas indígenas de las faldas del Chimborazo.
FS	Fuente semillera
FSI	Fuente semillera identificada
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador.
IPCC	Intergubernamental Panel of Climate Change (Panel de la Organización de las Naciones Unidas que agrupa investigaciones internacionales del Cambio Climático).
MAE	Ministerio del Ambiente, Ecuador.
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
UOCIC	Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas Intercomunales Chimborazo Rey de los Andes.
PNF	Programa Nacional de Forestería, INIAP
SAF (SAF's)	Sistema agroforestal (pl.)
UCASAJ	Unión comunidades campesinas del alto San Juan.
UCE-FCA	Universidad Central del Ecuador – Facultad de Ciencias Agrícolas
x	dato promedio

Descriptores:

Agroforestería, microcuencas, sistemas agroforestales andinos, árboles de uso múltiple, técnicas de multiplicación.

Para citar:

Andrade B., D. 2010. Prospección de árboles de uso múltiple para el manejo sostenible de la tierra en la microcuenca del río Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Quito, EC, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 117 p.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La presión antrópica sobre los recursos naturales en los Andes ecuatorianos es cada vez más intensa y constante por su densa población, que representa el 45 % del total nacional y 44 % de la PEA¹, con un balance final desfavorable para el ambiente (Proaño 2002 y Ramos 2006). Los agricultores² han sido desplazados a zonas marginales, en cuyas condiciones, la sobrevivencia de las comunidades andinas, entre ellas las de la UCASAJ³ y FOCIFCH⁴, está limitada a la búsqueda de un espacio de tierra para cultivar lo imprescindible y conseguir leña para cocinar los alimentos y calentar (CESA 1991). En el país, 372 000 hogares utilizan más de 3.5 millones de m³ de leña y de éstos, el 57 % corresponden al consumo en la sierra (MAE 2006⁵).

Adicionalmente, desde mediados del siglo pasado, fenómenos relacionados con los procesos de la *revolución verde* y la aplicación de la *reforma agraria*, han contribuido al deterioro de los recursos naturales, destruyendo la base ecológica reguladora de los microciclos de agua y afectando su disponibilidad (Yance 1995). Al respecto, Yaguache (2004) indica que los factores principales de alteración de la cantidad y calidad del agua y la pérdida de biodiversidad son: la *deforestación*, con una tasa anual de 163 400 hectáreas⁶ y los *procesos erosivos* que afectan cerca del 40 % del territorio, con una pérdida de hasta 80 TM suelo/ha/año.

La provincia de Chimborazo no es ajena a este complejo panorama. Las cifras a nivel provincial muestran que en las microcuencas durante los últimos 30 años, la frontera agrícola aumentó en 160 mil hectáreas en detrimento de áreas frágiles de

¹ PEA: Población Económicamente Activa.

² El término contempla el enfoque de género y hace referencia a agricultores y agricultoras, productores y productoras y, términos relacionados (preseminario de Tesis jun. 2008).

³ UCASAJ: Unión de comunidades campesinas del alto San Juan.

⁴ FOCIFCH: Federación de organización campesinas indígenas de las faldas del Chimborazo.

⁵ MAE (Ministerio del Ambiente, EC). 2006. Reunión de difusión (correspondencia personal Dr. Jorge Grijalva INIAP, PNF, EESC. 2009). Quito, EC.

⁶ Según Brandbyge, y Nielsen (1992) la cobertura forestal en la Sierra es del 3.5 % y el INEFAN (1995) registra un total de 3.2 millones de hectáreas deforestadas en 30 años.

páramo (FAO 1995). De hecho, en la microcuenca del río Chimborazo predomina la actividad agropecuaria (PNF 2008); el 85% del agua se usa para agricultura, y más de las dos terceras partes se desperdician y contaminan (Municipio de Riobamba, citado por Grijalva 2006). Por otro lado, como efecto del calentamiento global, se evidencia la desglaciación del nevado Chimborazo que pierde 0,5 m de hielo/año (IPCC⁷ 2001), lo que genera un cambio en el régimen hidrológico de las cuencas y microcuencas (Martínez 2004).

En el Plan Nacional Forestal, se promulga el manejo sustentable y conservación de los recursos naturales en los ecosistemas de bosque y páramo e incluye a la agroforestería y conservación de suelos, como alternativas de uso sostenible (MAGAP 2006). La agroforestería es una opción importante al combinar la producción, la conservación y la provisión de servicios eco-sistémicos (Yaguache 2004), especialmente en la Sierra por ser una de las regiones con mayores problemas de degradación de recursos naturales y falta de competitividad agro-productiva (Nieto *et al.* 2004).

Con estos antecedentes, el presente estudio, es parte del proyecto *“Iniciativa interinstitucional de investigación/desarrollo agroforestal participativo para la protección y manejo sostenible del suelo en la microcuenca del río Chimborazo”* (Grijalva 2006) que ejecuta el Programa Nacional de Forestería del INIAP⁸, el cual pretende contribuir al manejo sostenible y la protección de la microcuenca del río Chimborazo mediante la investigación agroforestal.

1.2. Justificación

Al nivel técnico, existen vacíos de información cualitativa y cuantitativa sobre las asociaciones agroforestales, el material de propagación y las técnicas de multiplicación de árboles de uso múltiple (AUM) y, se desconoce la ubicación de *fuentes semilleras* en la microcuenca del río Chimborazo, lo que limita la disponibilidad de material de propagación de (AUM).

Ante la inminente escasez de información y de tecnologías agroforestales para la gestión sostenible de la microcuenca, se espera que a nivel político y ambiental, la información generada constituya un insumo para el planteamiento o fortalecimiento de planes ambientales, educacionales y políticas gubernamentales relacionadas con el uso de tecnologías limpias. En este sentido, la agroforestería constituye una estrategia de adaptación al cambio climático y como alternativa prioritaria para el manejo y conservación de los recursos naturales.

⁷ Panel de la Organización de las Naciones Unidas que agrupa investigaciones internacionales del Cambio Climático.

⁸ INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

En el ámbito socioeconómico, es fundamental rescatar la *sabiduría* y el *conocimiento local* en torno a la conservación de los recursos forestales para potenciar emprendimientos y alternativas productivas, promover la masificación de sistemas agroforestales dada la aptitud forestal de la zona y el particular interés de la UCASAJ y FOCIFCH para lograr el desarrollo sostenible, lograr un incremento de la cubierta vegetal, mejoramiento del paisaje escénico y posibles beneficios económicos (PSA⁹) por los servicios ambientales que brindan las especies leñosas al fijar el CO₂ atmosférico, entre otros servicios.

El enfoque participativo priorizado en este estudio para promover el rescate del valor de las leñosas en los sistemas agroforestales (SAF's) y la comprensión de la percepción de los agricultores, contribuirá al manejo sostenible y conservación de la microcuenca.

1.3. Objetivos

1.3.1. General.

Identificar y caracterizar árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo, mediante la participación activa de las organizaciones UCASAJ y FOCIFCH.

1.3.2. Específicos

1.3.2.1. Identificar y priorizar, con enfoque participativo, árboles de uso múltiple nativos¹⁰ y/o naturalizados¹¹ para el manejo sostenible de la microcuenca del río Chimborazo.

1.3.2.2. Identificar los sistemas agroforestales en los cuales se asocian los árboles de uso múltiple priorizados y evaluarlos agronómicamente.

⁹ PSA : Pago por Servicios Ambientales (Protocolo de Kyoto citado por IPCC 2001).

¹⁰ El AUM nativo o autóctono, se encuentra dentro de su área de dispersión natural o de dispersión potencial (IABIN *et al.* 2008).

¹¹ Los AUM naturalizados, establecidos o silvestres de especies no nativas son capaces de sobrevivir y reproducirse fuera de los hábitats por propagación natural (IABIN *et al.* 2008), para el estudio se excluyeron a especies establecidas: ciprés, pino y eucalipto, que se reproducen generalmente con la asistencia humana.

- 1.3.2.3. Determinar y seleccionar *fuentes semilleras identificadas* de árboles de uso múltiple priorizados en los sistemas agroforestales de la microcuenca del río Chimborazo.
- 1.3.2.4. Sistematizar técnicas de multiplicación de árboles de uso múltiple priorizados en la microcuenca del río Chimborazo, para promover la masificación de sistemas agroforestales.

1.4. Hipótesis

Ho: En la microcuenca del río Chimborazo son escasos los árboles de uso múltiple así como los sistemas agroforestales incorporados por los productores. El deterioro de los recursos naturales es evidente y se detectan vacíos de información cuantitativa y cualitativa de las asociaciones agroforestales, las técnicas de multiplicación y la ubicación de fuentes semilleras locales.

Ha: El enfoque participativo del estudio y la información generada de las asociaciones agroforestales priorizadas en las comunidades de la microcuenca, constituyen un insumo para la gestión y manejo sostenible de la microcuenca del río Chimborazo, así como el fortalecimiento de planes ambientales, educacionales y políticas gubernamentales relacionadas con el uso de tecnologías limpias.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cuenca hidrológica

2.1.1. Definición

La cuenca hidrográfica o hidrológica -desde un punto de vista integral-, es el área de drenaje natural donde las aguas pluviales confluyen hacia un colector de descarga. Los límites están determinados por la línea de divisoria de aguas o línea de cumbre de las montañas. Se la considera un sistema dinámico abierto¹ donde interactúan variables biofísicas y socioeconómicas, con entradas, salidas, límites y subsistemas jerarquizados, lo que permite valorar la intervención de la población (CATIE y CRS 2007, Jiménez 2007 y CATIE 2008).

Por su parte, CATIE (2008) plantea que para realizar el estudio de una cuenca es necesario dividirla en: *i*) sub-cuenca (área que desarrolla el drenaje al curso principal de la cuenca, en conjunto pueden formar una cuenca), *ii*) microcuenca (área que desarrolla el drenaje a la corriente principal de una subcuenca, en conjunto pueden conformar una sub-cuenca), *iii*) quebrada (área que desarrolla el drenaje a la corriente principal de una microcuenca, en conjunto pueden conformar una microcuenca).

Las zonas de funcionamiento hídrico de cuencas como se observa en la Figura 1 son: *i*) de cabecera, *ii*) de captación-transporte y de emisión (Jiménez 2007); y destacan la función hidrológica, ecológica, socioeconómica y servicios ambientales de flujo hidrológico (CATIE 2008). El elemento más importante que define a la cuenca como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales² es que la cuenca constituye un sistema (Jiménez 2007). El CODERECH³ (2005), citado por Benalcázar e Ibarra (2007) considera a la

¹ Un sistema es el conjunto de componentes o elementos que forman un todo e interactúan armónicamente entre sí, para cumplir una función dentro de un límite determinado, que recibe insumos y proporciona productos, subproductos y deshechos (Nieto *et al.* 2005). De ahí que, un sistema abierto es el conjunto de elementos interrelacionados que intercambian energía y materia con las zonas circundantes (Benalcázar e Ibarra 2007).

² Los recursos naturales son la base operativa de todo proceso de vida. El agua, el suelo y la biodiversidad son la trilogía de la cual dependen los aspectos económicos, ecológicos y sociales y su deterioro influye en las condiciones de vida de la sociedad (Yaguache y Carrión 2004).

³ Consejo de Desarrollo Regional de Chimborazo.

población como el recurso más importante de ésta unidad territorial y quien determina el grado de sostenibilidad, por lo que cada uno resulta en una especificidad (Dardón y Morales 2002).



Figura 1. Zonas principales de funcionamiento hídrico de una cuenca (Jiménez 2007).

2.1.2. Manejo integrado de cuencas

El manejo integrado de cuencas hidrológicas comprende las acciones para reducir los conflictos al vincular el desarrollo socioeconómico y la protección de los recursos naturales mediante un enfoque sistémico sostenible que permita lograr objetivos específicos, considerando al agua como recurso integrador (Castillo y González 2006, MAE 2002 citado por Benalcázar e Ibarra 2007, Jiménez 2007).

El plan de manejo de una cuenca involucra la forma de aprovechar y proteger sus recursos mediante la producción sostenida, considerando los problemas de los habitantes para aprovechar sus potencialidades (CATIE 2008). Entre las exigencias del manejo, en el diagnóstico participativo la comunidad es la base para la planificación al crear condiciones de diálogo, acceder a los valores, objetivos, al conocimiento local⁴ y a la información biofísica y económica (Molnar 1989, citado por Ramakrishna 1997 y ECOPAR-IDRC 2006).

La gestión de cuencas asume la toma de decisiones multinivel a partir de la localidad hacia lo nacional e internacional y viceversa (Dardón y Morales 2002). La cuenca hidrológica debe ser la unidad básica para la planificación y

⁴ El conocimiento local deriva de la gente y su experiencia y es la información que permite manejar los recursos locales (Eyzaguiere y Reijntjes 1992, citados por ECOPAR-IDRC 2006). A partir de la Cumbre de la Tierra de 1992, se reconoció el rol de las poblaciones en la ordenación del medio ambiente y el desarrollo; así como el deber de los Estados de reconocer y apoyar su cultura y permitir la participación efectiva para el desarrollo sostenible (Cuvi *et al.* 2002). *... Nuestro conocimiento tradicional es mucho más que el conocer ciertas plantas o animales, está ligado al mundo espiritual, a los ecosistemas y a la diversidad y trasciende las fronteras nacionales...* (Declaración colectiva citada por Corobici 2004).

administración del agua; así, la gestión del agua por cuencas es una exigencia estructural del ciclo hidrológico que determina el carácter dinámico y renovable del recurso. En la Figura 2., constan los elementos fundamentales para el manejo y gestión de cuencas en América tropical (Jiménez 2007).

En el levantamiento de información espacial de las cuencas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta que permite gestionar y analizar la información espacial, integrando aspectos temáticos que conforman instrumentos para estudios de planificación y manejo de recursos naturales, culturales, mineros, turísticos, de gestión catastral (Peñafiel y Unigarro 2006). Los SIG ofrecen herramientas software para entender el impacto ambiental sobre la producción y otros componentes de los sistemas (Benalcázar e Ibarra 2007).



Figura 2. Elementos fundamentales para el manejo y gestión de cuencas (Jiménez 2007).

2.1.3. Recursos naturales

Varios de los países más ricos en recursos forestales están entre los países más pobres del mundo, por lo que los gobiernos enfrentan prioridades que compiten entre sí. A nivel mundial, en los trópicos se reforesta 1 hectárea por cada 10 hectáreas deforestadas, lo que implica la pérdida diaria de hasta 100 especies (FAO citada por WWF 2007). La deforestación es responsable de hasta el 25 % de las emisiones de gases de invernadero, lo que contribuye al calentamiento global. Las comunidades también cargan con el costo de la deforestación, en tanto que 1600 millones de personas en el mundo dependen de los bosques para suplir sus necesidades básicas. En este contexto, los Bosques de Alto Valor de Conservación⁵ pueden ayudar a los gobiernos a implementar alianzas como la

⁵Los BAVC son áreas forestales necesarias para mantener los recursos de *alto valor de conservación*, existen seis categorías que cubren valores ecológicos y sociales.

Convención sobre la Diversidad Biológica y el Foro Forestal de las Naciones Unidas (WWF 2007).

En el sistema ecológico mundial el ciclo del agua⁶, las cuencas y la cobertura vegetal resultan fundamentales y permiten el mantenimiento del clima (Dardón y Morales 2002). Las fuentes de agua dulce son las cuencas, sub-cuencas y microcuencas; sin embargo, la cantidad y calidad del agua están siendo afectadas debido al incremento poblacional⁷, las actividades antrópicas y los fenómenos de erosión-sedimentación (Añazco 2000a, Medina y Mena 1999). El CNRH (Consejo Nacional de Recursos Hídricos) ha identificado 76 cuencas en el país y determinó 16 como prioritarias respecto al manejo y planificación del desarrollo (Benalcázar e Ibarra 2007).

En el país, los ecosistemas albergan una multiplicidad de paisajes y especies, de ahí que la biodiversidad por unidad de superficie está entre las más abundantes del planeta (Castillo *et al.* citados por Cuvi 2002), sin embargo se conoce poco del estado de conservación y endemismo de la mayoría de ellas (Valencia y Pitman 1998 citados por Heredia y Hofstede 1999).

En la Sierra central y norte, sobre los 3000 msnm, la vegetación natural ha sido alterada, por el sobrepastoreo, la erosión y parcelación de la tierra, el crecimiento demográfico y las quemadas (Nieto y Estrella 1999); es inminente la extinción de especies lo que implica la pérdida de los conocimientos tradicionales (PDA-UOCIC 2006). Adicionalmente, las acciones de forestación y reforestación no aportaron a la conservación de los bosques, por el contrario se incrementó la presión extractiva y el deterioro genético de la biodiversidad (Narváez 2004).

En la región andina se distinguen: *i*) la ladera, que es el espacio agroecológico de producción agropecuaria y de mayor concentración humana, con fuertes pendientes, áreas erosionadas y parceladas (Añazco 2000a). *ii*) Los páramos a nivel regional son fundamentales para la regulación hidrológica y a nivel global, para la conservación de la biodiversidad (Medina y Mena 1999), además cumplen funciones ecológicas, socio-económicas y de sustento, especialmente para las comunidades indígenas⁸, agricultores y pastores (PDA-UOCIC 2006, Benalcázar

⁶ El recurso agua desde la visión cosmoandina, es concebido como algo vivo, se la considera como la sangre de la tierra y todos los afluentes y pequeñas fuentes son como las venas, a ella le atribuyen la generación y regeneración de la biodiversidad (PDA-UOCIC 2006).

⁷ Las zonas de mayor biodiversidad del planeta están habitadas por indígenas y es principalmente en estos “hotspots” de biodiversidad donde la presión humana es más intensa (Fjeldsá y Kessler 1996 citados por Heredia y Hofstede 1999). Al respecto Proaño *et al.* (2001) destacan que no podemos culpar sólo a los pobres por el deterioro sino que hay que buscar formas para involucrar a todos en la gestión de cuencas y la búsqueda de la sostenibilidad

⁸ La mayoría de los habitantes de los páramos se autocalifican como *indígenas, runas o naturales*. Se los suele identificar así por indicadores socioculturales, lingüísticos e históricos: por ejemplo,

e Ibarra 2007). *iii*) El bosque nativo es un espacio de transición entre el páramo y la ladera, fue sustituido en las cuencas por cultivos, pastos y plantaciones forestales y se lo halla en relictos (DDA y UICN 1993). La cubierta forestal en Ecuador corresponde al 38 % de su superficie, con un potencial agroforestal de uso del suelo del 13,97 % (MAGAP 2006), siendo la tasa de conversión de bosques la más alta de Latinoamérica con el 2 % (Southgate *et al.* citados en Yaguache 2004).

El manejo de recursos naturales contempla actividades en los ecosistemas bosque y páramo para orientar un manejo sustentable. En esta parte, se incluye a la agroforestería y conservación de suelos, como alternativas para generar productos y beneficios y disminuir la presión hacia los bosques (Yaguache 2004). Una de las formas efectivas de operar en el manejo de recursos naturales es el manejo de cuencas (CATIE y CRS 2007, Jiménez 2007, CATIE 2008).

2.2. Agroforestería

La agroforestería como definición es la interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde se presenta la interacción espacial y/o temporal de leñosas y no leñosas o a la vez, se incluyen animales (Ospina 2006). El mismo autor, la considera una tradición comunitaria e innovación productiva de conservación de la naturaleza, que permite obtener una producción diversa mediante el fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones ecológicas, diversificación del paisaje, aprovechamiento de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones socioeconómicas de bienestar, equidad y justicia.

El concepto que mejor se adapta a la región andina del país es el de Ocaña (1994), quien a su vez lo adaptó de Budowski, conceptualizándola como el conjunto de técnicas de uso de la tierra donde se combinan árboles con cultivos anuales o perennes, con animales domésticos o con ambos, en forma simultánea o secuencial, en el tiempo o en el espacio. Tiene como meta optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el rendimiento sostenido y las condiciones ecológicas, económicas y sociales de la región donde se practica (Añazco 2000a).

Entre las contribuciones de la agroforestería al manejo de cuencas, se mencionan: *i*) mejoramiento de la estabilidad de la cuenca y mantenimiento del potencial productivo; *ii*) captación, almacenamiento y regulación del flujo hídrico; *iii*) efecto esponja de la vegetación; *iv*) recarga y mantenimiento del manto freático y las aguas subterráneas, *v*) mejoramiento de la calidad del agua; *vi*) contribución a la estabilidad, formación y fertilidad de los suelos; *vii*) control de erosión, deslizamientos y arrastre en masas; *viii*) reducción de los factores

sus viviendas de adobe o paja, vestuario (poncho y sombrero), la lengua quichua, o la dependencia económica actual o anterior respecto a las haciendas (PROFOGAN *et al.* 1992).

desestabilizadores asociados a la agricultura migratoria, ganadería intensiva, incendios forestales, deforestación; *ix*) mantenimiento de la calidad de la atmósfera y de la diversidad; *x*) regulación del microclima (Jiménez *et al.* 2001).

2.2.1. Clasificación agroforestal

La clasificación agroforestal determina tres categorías: *i*) en la categoría inferior se encuentra la *práctica agroforestal* para reconocer especificidades locales y culturales de manejo agroforestal, *ii*) en la categoría intermedia se encuentra la *tecnología agroforestal* determinada por el tipo de acomodo temporal de los componentes y *iii*) en la superior el *sistema agroforestal* determinado por el tipo biológico de componentes. La práctica agroforestal se refiere al conjunto de conocimientos y destrezas particulares de un arte u oficio, es la asociación de componentes agroforestales, con disposiciones detalladas de especies, espacio y manejo agroforestal de una localidad y cultura; es en sí una *tecnología agroforestal local* (Ospina 2006).

La tecnología agroforestal se refiere a aspectos técnicos, es el arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo. Clasificatoriamente, las tecnologías agroforestales son cerca viva, árboles en linderos, barreras rompeviento, cultivo en fajas, lote multipropósito, huerto de plantación frutal, huerto familiar, entre otras (Ospina 2006).

El sistema⁹ agroforestal es el conjunto de asociaciones o arreglos agroforestales donde se encuentran especies del componente vegetal leñoso y no leñoso o en conjunto con el componente animal (Ospina 2006). Se lo considera también como un espacio social, de dominio femenino (Añazco 2000a). Los SAF's ofrecen una solución potencial para el manejo y conservación de la biodiversidad, dado que en los paisajes agrícolas se tiende a mantener una alta diversidad al incorporar árboles y cultivos y crear estructuras y hábitats que albergan a múltiples especies (Jiménez *et al.* 2001).

En el SAF los árboles proveen funciones protectivas y productivas, lo que resulta en un aumento de las relaciones complementarias incrementando el uso múltiple del agroecosistema (Nair 1985). Siendo el estudio de los agroecosistemas, uno de los aspectos más importantes es caracterizar las relaciones eco-biológicas o interacciones entre los componentes, interviniendo o favoreciendo a aquellas positivas, sinérgicas o de complementariedad para incrementar la productividad o la conservación de los recursos y, evitando o minimizando aquellas deletéreas, antagónicas o de competencia que afectan al agroecosistema. Entre las características y funcionalidad de algunas interacciones en los SAF's, están: el

⁹ El enfoque de sistemas es una herramienta que permite el estudio de situaciones reales, es una guía para la descripción y análisis del SAF (Torquebieau e ICRAF 1993).

sinergismo, simbiosis, alelopatía, competencia, comensalismo, antagonismo, depredación, parasitismo (Nieto *et al.* 2004, Montagnini *et al.* 1992).

La clasificación se efectúa a nivel de tecnologías y prácticas agroforestales, en base a un criterio socioeconómico, ecológico, estructural y funcional, el SAF comprende el *sistema agrisilvícola* (leñosas y no leñosas) y *agrisilvipastoril* (leñosas, no leñosas y animales) (Ospina 2006). Por su parte, Añazco (2000b) y Jiménez *et al.* (2001) clasifican los SAF's según su estructura o componentes en: *i) silvoagrícolas* (árboles asociados con cultivos agrícolas), *ii) silvopastoriles* (árboles asociados a la ganadería), *iii) agrosilvopastoriles* (árboles asociados con cultivos agrícolas y a la ganadería).

2.3. Microcuenca del río Chimborazo

La microcuenca del río Chimborazo (Anexo 1) tiene una superficie total de 12 491 hectáreas (ha) de las cuales 9 625.5 ha corresponden al ecosistema páramo, donde predomina la actividad agropecuaria aunque no es precisamente la vocación natural de éste ecosistema (FAO 1995). El rango de elevación va desde los 3 200 hasta los 6 300 m y constituye cerca del 60 % de la parroquia San Juan localizada al noroccidente del cantón Riobamba, que se extiende desde los 3 000 hasta los 5 000 msnm en las faldas del nevado Chimborazo. La parroquia posee 5 000 ha de valle andino y 20 000 ha de páramo. La zona en el sector central es accidentada y con fuertes pendientes (FAO 1995).

2.3.1. Breve reseña

En el siglo XVI, por comisión del presidente de la Real Audiencia de Quito, Antonio Clavijo y el cacique Blas Paguar recorrieron el distrito de la provincia de Chimborazo y Tungurahua, reunieron a indígenas y fundaron poblaciones, originando a Calpi que comprendía San Juan y constituía la confederación puruhá de la familia Duchicela. La tribu de los calpis asentada en las faldas del Chimborazo, comprendía el grupo de shoboles, chimborazos, guabugs, llinllines, pisis, entre otros; quienes conformarían los *huasipungos*¹⁰, donde se realizaban actividades agrícolas de subsistencia y los *huasipungueros* disponían de los pastos naturales de las haciendas¹¹ (Chimborazo, Shobol y Zambrano de las familias García, Romero y Velasco) para el pastoreo de los rebaños a cambio de abono (PDA-UOCIC 2006 y PNF 2008).

¹⁰ O conocidos en la zona como **raciones**, eran derechos de uso de la tierra dentro de las haciendas, otorgados por el hacendado a los indígenas a cambio de trabajo.

¹¹ La **hacienda** fue la figura predominante hasta 1950 (Barsky 1980). En el *tiempo de la hacienda*, los recursos naturales fueron propiedad de los hacendados quienes manejaban y controlaban su uso (Miño 1985). La asignación de parcelas a los huasipungueros y tierras marginales a los aparceros, yanaperos y campesinos libres, efectuada por los terratenientes se hizo en terrenos por sobre los 3 000 msnm, en laderas, suelos erosionados y sin riego (DDA y UICN 1993?).

Esta situación comenzó a modificarse hacia 1950, cuando el hacendado Gabriel García subdividió sus propiedades a parientes cercanos, familias indígenas y mestizas que habían sido fieles a su dominio. Así también, con la reforma agraria, los indígenas empezaron a controlar el 90 % de la superficie agraria parroquial, desde entonces ha sobresalido la actividad agropecuaria y en menor proporción el mercado laboral minero en las canteras del sector (PDA-UOCIC 2006).

2.3.2. Situación ambiental

Actualmente, se han dado cambios en el manejo y conservación de los recursos naturales. Sin embargo, del 33 % de suelos usados en agricultura, solamente un 15 % se manejan adecuadamente y de las 92 fuentes y vertientes de agua identificadas, sólo el 40 % están protegidas. Un 73 % de las fuentes de agua en la microcuenca están adjudicadas. Existen 21 fuentes que permiten construir 27 canales de riego, los cuales riegan 1 750 ha, que corresponde al 8.75 % de la parroquia. En los últimos 10 años un 60% de las comunidades ubicadas en la parte alta han emprendido procesos de manejo y conservación de los páramos, en respuesta a la coordinación y apoyo interinstitucional (PDA-UOCIC 2006).

El río Chimborazo cruza de norte a sur la parroquia San Juan, hasta el límite de la llanura Liribamba. El río nace de los deshielos del Chimborazo y en su recorrido, recibe las aguas de los ríos Mambuc-Calera, Ballagán y Pasguazo, principalmente. El caudal promedio del río Chimborazo es de 506 l/seg, en tanto que el de la microcuenca es de 1 000 l/seg, de los cuales el 40 % se utiliza en las comunidades altas (34 % para riego y 6 % para consumo humano) y el 60 % restante abastece el riego de comunidades del cantón Riobamba y Guano. Al momento el 75 % de las comunidades poseen agua segura, aunque aún existe agua sin turbiedad que reporta coliformes (Andricaín y Osorio 2006).

En la UOCIC existen 1 024 hectáreas de bosques, bosquetes y agrosilvopaturas de las cuales 215 corresponden a plantaciones forestales y respecto a las especies nativas el 5 % están en las riveras de ríos, taludes de las carreteras y bosquetes en tanto que el 95 % han sido cortadas. El 63 % de los páramos conforman la reserva natural y pertenecen a la propiedad privada, el 25 % corresponden a terrenos comunales y un 12 % a áreas de mitigación (PDA-UOCIC 2006). El ecosistema páramo¹² se localiza desde 3 400 m hasta los 4 000 msnm, y corresponde a estipas, almohadillas y pantano. El ecosistema se ha reducido un 50 % por el avance de la frontera agrícola y las quemadas, generando el deterioro y la pérdida de calidad y cantidad de agua (FAO 1995, PDA-UOCIC 2006).

¹²**Páramo:** tipo de vegetación y formación ecológica de los Andes septentrionales. En el país el 10 % corresponde a la ecozona páramo y constituye una faja altitudinal entre los 3 200 m y el piso gélido (4 750 m) (Cañadas 1983). El total anual de lluvias fluctúa entre 900 y 2 600 mm, y las horas de insolación entre 1 000 y 2 000 por año, con una temperatura media de 8 ° C; la humedad relativa casi siempre superior al 80 %; los suelos son negros y húmedos, de ahí que es considerado como el ecosistema para el almacenamiento de agua debido a la acumulación de MO y a la morfología de mosaicos arbustivos que protegen, mantienen y recargan acuíferos (INEFAN 1995).

2.3.3. Estructura social de las organizaciones de la microcuenca

La vegetación y cultivos se distribuyen de acuerdo con la altitud, en pequeñas áreas de páramo se cultivan tubérculos andinos, además los pastos naturales posibilitan el pastoreo de ovejas. El área de ceja de montaña presenta fuertes pendientes y un proceso erosivo que impide el desarrollo de la agricultura y del pastoreo. Bajo los 3 650 msnm se cultivan tubérculos y cereales para subsistencia y en el valle la mediana y pequeña propiedad se dedican a la ganadería y agricultura comercial, respectivamente (Andricaín y Osorio 2006).

La economía familiar es de vocación agropecuaria, los principales ingresos, que por cierto no superan los USD \$ 3 700 por año, corresponden en un 55 % a la ganadería, seguido por la agricultura con un 12 % y el 33 % de la actividad no agropecuaria (Andricaín y Osorio 2006). De la población total (aproximadamente 9 990 habitantes), migra el 26 % aportando con el 31 % del ingreso familiar; el poder adquisitivo de la población limita el acceso a alimentos con valor proteico, lo que deprecia el valor nutricional en la dieta diaria (PDA-UOCIC 2006).

Las prácticas culturales en comunidad -como la minga- son rescatables. Las organizaciones de mujeres están involucradas en la producción agropecuaria y artesanal. Un 45 % de pobladores mantienen valores ancestrales, que se expresan en la vestimenta¹³, el uso de leña, madera, la cultura y religión, siendo el nevado Chimborazo el principal símbolo de identidad. Mantienen las creencias ancestrales de la luna, los cantos de las aves para predecir la suerte, abundancia, escasez, la muerte, el matrimonio, robo, etc. En las fiestas populares dan homenaje a San Juan Bautista y cada 24 de junio se celebra la parroquialización con el “desfile de la alegría” y diversas ferias (PDA-UOCIC 2006 y PNF 2008).

2.3.4. Disponibilidad de servicios

En los últimos años, los servicios básicos se han extendido desde la cabecera parroquial hacia algunas comunidades. Las vías de comunicación y transporte unen las comunidades, ciudad, cabecera parroquial y provincias cercanas en la ruta Riobamba-Guaranda. La red de alcantarillado sólo sirve a la cabecera y a un 10 % de las comunidades. En cuanto a la recolección de basura el 80 % de las familias de la zona la queman y el 19 % la entierran (PDA-UOCIC 2006).

Respecto al acceso a la educación, en varias comunidades funcionan escuelas y guarderías, mientras que un colegio secundario y un colegio técnico agropecuario se ubican en la cabecera parroquial y en la comunidad Chimborazo (FAO 1995). Se cuenta con 130 maestros para los niveles educativos, siendo mestizos de habla

¹³Las **mujeres** visten un sombrero blanco con una cinta café; una bayeta o cobertor de espalda típico de color intenso y a manera de falda, un anaco de uno o dos colores intensos, sujeto con una faja o chumbi. Los **hombres** visten pantalón y camisa, y ocasionalmente un poncho rojo, lacre, negro o azul (Andricaín y Osorio 2006 citados por PNF 2008).

hispana un 40 % en una zona en donde la población es indígena y su lengua nativa el kichwa (PDA-UOCIC 2006). En la zona existe un médico por cada 4100 habitantes cuando lo óptimo según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) es contar con un médico por cada 42 personas. En las comunidades, se acostumbra acudir al *curandero*, al *fregador* y al *yerbatero*. Se conoce que once parteras y dos parteros participan en el nacimiento de más del 65 % de los niños (PDA-UOCIC 2006).

2.4. Árboles de uso múltiple (AUM)

En agroforestería se considera al árbol como de usos múltiples, lo que significa que desempeña varias funciones en el sistema de producción y uso de la tierra. Los AUM se cultivan deliberadamente y se conservan o manipulan para usos de producción o servicio, se clasifican de acuerdo con los atributos y la función en la tecnología agroforestal (Wood y Burley 1995, Torquebieau e ICRAF 1993).

Los AUM se clasifican: *i)* según la envergadura y consistencia en *arbustos* (plantas leñosas ramificadas a partir de la base que alcanzan hasta 2 m de altura) y *árboles* (especies leñosas con tronco columnar del que parten ramificaciones, que forman una copa más o menos desarrollada) (Añazco 2000b). *ii)* Según su origen pueden ser *nativos* o *exóticos*, de acuerdo al sitio donde crecen naturalmente o al lugar donde han sido transportadas y plantadas por el hombre (Añazco 2000b).

Entre las consideraciones generales de los AUM: *i)* Ninguna especie es mala en sí, el problema radica en la selección o ubicación inadecuadas, aún si la leñosa es autóctona. *ii)* Un punto crítico es la aptitud ambiental de las especies, debido a que los requerimientos silviculturales, amplitudes fisiológicas y ecológicas son factores poco conocidos. *iii)* Con relación a la hidrología, los árboles interceptan más lluvia y transpiran mayor cantidad de agua que las herbáceas lo que reduce los niveles de humedad en el suelo y menor disponibilidad para los cultivos, lo que se compensa con el incremento de la capacidad de infiltración del suelo a través del sistema radicular. *iv)* Son el refugio de aves y enemigos naturales de las plagas, otras son hospederas de plagas. *v)* Los AUM seleccionadas adecuadamente, constituyen alternativas de recuperación y estabilización de cuencas, contribuyen al equilibrio ecológico y al cumplimiento de los objetivos socioeconómicos y ambientales del país (Yaguache y Carrión 2000).

2.4.1. Beneficios

Los beneficios económicos contemplan la generación de leña, medicina y alimentos, además el manejo o mantenimiento de plantaciones o SAF's por parte de los agricultores, motiva la réplica en la comunidad o región -si los resultados son positivos-, lo que aporta el incremento de la cobertura vegetal (Yaguache y Carrión 2000). Los beneficios económicos provienen de la venta de productos como leña, forraje, frutos, madera, etc. y a su vez los ingresos ayudan a solventar las necesidades básicas familiares. Además, la plusvalía del terreno incrementa si

la práctica agroforestal ha sido orientada a la conservación de suelos (Yaguache y Carrión 2000).

Al respecto, el pago por servicios ambientales (PSA) es un instrumento adaptable para lograr una asignación eficiente de recursos a nivel de cuencas y apunta a una compensación por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental (De Hek *et al.* 2003). El sistema de PSA¹⁴: *i*) permite transferir recursos a sectores vulnerables que ofrecen servicios ambientales (Figueres *et al.* 1996, citados por Alvarado *et al.* s.f., De Hek *et al.* 2003). *ii*) se convierte en un mecanismo sostenible si se genera de recursos locales. *iii*) En términos del uso de tierra, se privilegian los SAF's, silvícolas y agrícolas de conservación que brinden servicios ambientales en cuencas, además de proveer opciones productivas locales.

Entre los beneficios productivos destacan: *i*) la utilización de leña como la más común y antigua forma de aprovechamiento del bosque para autoabastecimiento, lo que altera al ecosistema dependiendo de la presión demográfica y de la tasa de recuperación del bosque (Pearl *et al.* 1991, citados por DDA y UICN 1993). Se ha calculado que por lo menos la mitad de la madera cortada en el mundo es usada como combustible para cocinar y calentar (Gutteridge y Shelton 1995). *ii*) La importancia de la producción de materia orgánica (MO) se refleja en cifras comparativas, así por ejemplo 1 hectárea de maíz produce 5 TM de MO/cultivo, 1 hectárea de fréjol produce 3 TM de MO/cultivo en tanto que 1 hectárea de árboles produce 60 TM de MO/año (Wood y Burley 1995).

Entre los beneficios ecológicos:

- i*) Las leñosas contribuyen con la regulación hidrológica y reducción en el impacto del microclima, así las barreras influyen sobre el viento, la humedad, las heladas y la insolación dado que en las partes altas pueden ayudar a acumular mayor humedad en el suelo, al condensar la neblina en la copa de los árboles y descender por los tallos hacia el suelo.
- ii*) Los AUM pueden reducir la incidencia de heladas en los cultivos aledaños mediante el efecto mecánico o el de irradiación (Yaguache y Carrión 2000).
- iii*) Las leñosas ornamentales cumplen objetivos paisajísticos (Añazco 2000b).
- iv*) Según los objetivos de protección, las características que deben reunir las especies son un rápido crecimiento, ciclo de vida largo, capacidad de rebrote, follaje frondoso y semicaducifolio de rápida descomposición y buen volumen de raíces. Para la protección de las cuencas, se debe agregar la capacidad de

¹⁴ Los sistemas PSA pueden ser globales o locales: el primer tipo se relaciona con el mantenimiento de la biodiversidad, belleza escénica, fijación de C, etc., por ejemplo en Costa Rica se ha establecido una política para incentivar la reforestación y el manejo de bosques. Los otros están dirigidos a la compensación de proveedores a través de un *mercado local*, por ejemplo en Pimampiro-Ecuador los usuarios de agua potable pagan una cuota mensual para financiar a los productores aguas arriba de la ciudad, proteger el páramo y asegurar el flujo de agua en la cuenca (De Hek *et al.* 2003).

- regeneración natural de la especie; en el caso de rompeviento es mejor una especie con follaje permanente y no semicaducifolio (Añazco 2000b).
- v) En función de los objetivos de recuperación de la tierra, para zonas altas se recomiendan leñosas como la “chilca” y el “quishuar” (Añazco 2000b).
 - vi) Los ecosistemas forestales pueden fijar cantidades significativas de carbono¹⁵ en los tejidos vegetales (IPCC 2001).

Al respecto, la Cumbre de la Tierra en 1992 y el Protocolo de Kioto en 1997 que promovió la convención de Cambio Climático (Bonn 2001, citado por Grijalva 2004) han revalorado el potencial de los bosques y plantaciones forestales para proporcionar servicios ambientales¹⁶, mediante la fijación de C e iniciativas en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Grijalva *et al.* 2004). Las categorías de manejo agroforestal que pueden frenar el incremento del CO₂ atmosférico mediante el manejo del C son: *i*) la conservación, *ii*) el secuestro y almacenamiento y *iii*) la sustitución (Vine *et al.* 1999, citados por Andrade e Ibrahim 2002).

2.5. Semillas forestales

2.5.1. Definición

Desde el punto de vista funcional, el término semilla incluye a las semillas verdaderas para reproducción sexual y a las partes vegetativas para propagación asexual, constituyendo el mecanismo de distribución en el ambiente y el almacén de la información genética de una especie o variedad (Rodríguez y Nieto 1999).

La mayoría de semillas utilizadas en la Sierra ecuatoriana son ortodoxas, usualmente pequeñas, fáciles de conservar y resisten períodos largos de almacenamiento (Trujillo 2004). El almacenaje seco es ideal, para ello es necesario llevar a un mínimo los procesos de respiración, limitando el oxígeno y la luz, el método prescribe temperaturas entre 0 a 4 °C y contenido de humedad de 4 a 8 % (Añazco 2000b). Las semillas recalcitrantes tienen metabolismos tan rápidos que la pre-germinación comúnmente ocurre en almacenamiento (Trujillo 2004), son intolerantes a la desecación, no soportan bajas temperaturas ni menos del 15-25 % de humedad (Añazco 2000b).

2.5.2. Manejo

El manejo de semillas de AUM consiste en (Rodríguez y Nieto 1999):

¹⁵ El C de ecosistemas está fraccionado en: biomasa sobre el suelo¹⁵, hojarasca, sistemas radiculares y C orgánico en el suelo (Snowdon *et al.* citados por Andrade e Ibrahim s.f.).

¹⁶ Los servicios ambientales de los ecosistemas representan los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de las funciones del mismo; por ejemplo agua más limpia, mejores paisajes, áreas seguras o menos vulnerables a los desastres naturales, menor calentamiento global, usos farmacéuticos, suelos más productivos (Huetting *et al.* 1997 y Nasi 2002).

- ✓ Identificación de fuentes: se deben considerar las características más importantes de los árboles semilleros: edad, fecha, régimen y producción de frutos y semillas, configuración y estado fitosanitario.
- ✓ Recolección: por lo general, se debe recolectar los frutos de diez o más árboles por especie, con el fin de asegurar diversidad genética.
- ✓ Embalaje de frutos: los frutos recolectados de cada árbol se colocan en una funda de papel identificada. Durante el transporte, conviene controlar la humedad y la temperatura de los frutos, previniendo el sobrecalentamiento y la fermentación.
- ✓ Transporte: luego de la recolección, los frutos deben ser trasladados para el secado, extracción de la semilla y posterior almacenamiento o siembra; en general, el intervalo hasta la siembra debe ser mínimo.
- ✓ Extracción y limpieza: consiste en separar las semillas de los frutos. Algunas especies requieren que se lo haga inmediatamente después de la recolección, otras necesitan algunas horas de sol o exposición al aire y en otras se lo hace cuando los frutos están secos. Se debe: *i*) evitar la exposición de las semillas al sol directo y *ii*) favorecer una activa circulación de aire.
- ✓ Secado: es específico por especie. Algunas semillas no resisten la exposición total al sol, se secan a media sombra, de lo contrario el embrión muere. Otras, deben ser secadas bajo sombra, en lugares calurosos o con baja humedad ambiental. Siempre hay que evitar una rápida deshidratación.
- ✓ Clasificación y selección: las semillas se separan por tamaño y peso, se descartan las vanas, incompletas o atacadas por insectos.
- ✓ Almacenaje: se realiza esta actividad para conservar las semillas, mantener la vitalidad y capacidad germinativa entre la recolección y la siembra y para protegerlas contra agentes biológicos o físicos. Es necesario considerar si las semillas son recalcitrantes u ortodoxas (Trujillo 2004).

2.5.3. Propagación

Los AUM andinas se pueden propagar en forma asexual o sexual:

La propagación asexual, vegetativa o reproducción agámica, consiste en producir individuos a partir de segmentos vegetativos con la posibilidad de tener una ganancia genética; se puede realizar a través de las siguientes técnicas: *i*) propagación por estacas, esquejes (o estacas de madera suave), y meristemos (cultivo *in vitro*); *ii*) propagación por acodos en sus distintas formas; *iii*) propagación por injertos (Rodríguez y Nieto 1999).

En la propagación sexual las semillas son el producto de la fecundación de una flor masculina con una femenina (que pueden ser plantas dioicas, monoicas o hermafroditas). En este sentido, el proceso de germinación está supeditado a *factores externos* como el suministro de humedad, temperatura, luz, oxígeno de la semilla, CO₂ y sustrato. Los *factores internos* son los promotores o inhibidores de la germinación, la activación metabólica y la regulación genética particular (Rodríguez y Nieto 1999, Trujillo 2004). Según Añazco (2000b), entre los principales métodos de propagación constan:

- i) En la propagación por brinzales o regeneración natural las semillas de frutos maduros se dispersan en el ambiente, germinan en forma natural y emergen para convertirse en nuevas plantas, luego los agricultores las transplantan en huertos o linderos, la desventaja del método es que permite producir un número reducido de plantas (Ordóñez *et al.* 2004).
- ii) La siembra directa se utiliza con semillas que se pueden manipular fácilmente, cuando se cuenta con abundante semilla o cuando ciertas especies no toleran el repique¹⁷. La técnica se emplea para la producción a raíz desnuda o en envases, de preferencia con semillas pregerminadas. El proceso requiere de un manejo oportuno, evita la formación radicular deficiente y elimina el almacigado.
- iii) La propagación por almácigo consiste en sembrar o distribuir las semillas sobre un sustrato con capacidad de aireación, infiltración, drenaje, poca resistencia mecánica y libre de agentes patógenos, de tal manera que permita la germinación y emergencia para realizar el repique de plantas vigorosas de calidad.

Los tratamientos pregerminativos son generalmente específicos por especie y vienen prescritos o se encuentran en la literatura. Se aplican para *i*) estimular la germinación en las semillas viables, *ii*) romper la latencia, y *iii*) producir plántulas homogéneas a nivel de vivero en el menor tiempo (Trujillo 2004).

En ocasiones, las semillas no son propiamente latentes, por lo que se puede estimular éste proceso mediante tratamientos pregerminativos o técnicas para romper la latencia, así: *i*) el lavado previo o inmersión se aplica cuando la germinación es inhibida por alguna sustancia (en el vivero se lavan las semillas con abundante agua, se retiran las impurezas y se clasifica, se seca a la sombra por 4 días y se las remoja de 48 a 72 horas). *ii*) Los tratamientos químicos se aplican en semillas que necesitan escarificación (con ácido sulfúrico o nitrato de potasio). *iii*) Tratamientos mecánicos mediante la eliminación o ruptura de la testa, o corte del tegumento e imbibición en agua. *iv*) El tratamiento más utilizado y recomendado es la inmersión en agua de las semillas por un período dado, con o sin cambio del agua cada 12 o 24 horas a temperatura ambiente o bajo refrigeración. *v*) La inmersión en agua hirviendo durante 30 segundos es común para leguminosas (Rodríguez y Nieto 1999, Trujillo 2004 y Ordóñez *et al.* 2004).

2.6. Fuentes semilleras forestales

Fuente semillera (FS) es la localidad donde se recolecta un lote de semillas o constituye la semilla en sí (Zinder *et al.* 1968, citados por Jara 1998). La evaluación y selección de fuentes consiste en una valoración de la calidad del rodal candidato, considerando el fenotipo, edad, manejo silvicultural y uso final si son plantaciones, y la mayor información posible de la semilla (Rodríguez y Nieto

¹⁷ **Repique:** consiste en extraer las plántulas del almácigo cuando tienen un tamaño óptimo para luego transplantarlas en envases o platabandas. Las plantas repicadas permanecen en vivero hasta alcanzar las condiciones para salir al campo definitivo mediante el trasplante (Añazco 2000b).

1999). Narváez (2004) en el Artículo 7, considera los siguientes tipos de FS: huerto semillero comprobado, huerto semillero no comprobado, rodales semilleros, fuente semillera seleccionada y fuente semillera identificada (FI).

- a. Huerto semillero comprobado: plantación aislada de árboles seleccionados y manejada para producir abundante semilla. Las semillas de estas procedencias corresponden a la acreditación A (etiqueta azul). Los requisitos son: *i*) contener individuos evaluados con ensayos de progenie y depurados mediante aclareos, *ii*) tener mínimo 1 hectárea (ha), con no menos de 20 individuos en capacidad de reproducción, *iii*) mantener mínimo 30 m entre dos individuos de un mismo clon para favorecer la polinización *iv*) estar aislado al menos en un radio de 500 m de individuos de la misma especie u otras (Narváez 2004).
- b. Huerto semillero no comprobado: es aquel conformado por individuos o clones evaluados genéticamente mediante ensayos de progenie y depurados mediante aclareos. Las semillas de estas procedencias corresponden a la acreditación B (etiqueta amarilla) (Narváez 2004).
- c. Rodal semillero: es un rodal superior, mejorado por la eliminación de árboles inferiores y luego manejado para una producción de semillas, que corresponden a la acreditación C (etiqueta blanca) y deben *i*) proceder de al menos 30 árboles no emparentados, *ii*) los árboles deberán ser sobresalientes respecto a rodales de unidades ecológicas similares, *iii*) no deberá haber menos de 75 individuos/ha, y excepto cuando se trate de especies con alta producción de semillas no podrá ser menor a 20, *iv*) el 50 % de los árboles deben haber alcanzado su máxima capacidad de producción, *v*) el rodal deberá estar aislado al menos 500 m a la redonda para reducir el riesgo de cruzamiento o de contaminación con individuos no deseables (Narváez 2004).
- d. Fuente semillera seleccionada: serán establecidas de rodales naturales y plantaciones de cualquier tipo. Son rodales que no cumplen con uno o varios de los requisitos establecidos para rodales semilleros. Las semillas de estas procedencias corresponden a la acreditación D (etiqueta verde). Entre los requerimientos *i*) el rodal deberá ser superior a otros en una área ecológica o región de procedencia, *ii*) la base genética deberá ser amplia, con al menos 200 individuos/ha para plantaciones, *iii*) deberán haber al menos 50 árboles/ha con características deseables (Narváez 2004, Trujillo 2004).
- e. Fuente semillera identificada (FI): constituyen grupos de árboles fenotípicamente aceptables que por su baja densidad, por ocupar poca área y/o porque contienen el número suficiente de árboles por ha, no clasifican dentro de las categorías descritas; pero deben aceptarse temporalmente como áreas de producción de semillas. Las semillas de estas fuentes corresponden a la acreditación E (etiqueta anaranjada). Un rodal identificado es un rodal de calidad promedio, ocasionalmente utilizado para la recolección de semillas (Narváez 2004, Trujillo 2004, Rodríguez y Nieto 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área de estudio.

3.1.1. Localización.

La investigación se realizó en la microcuenca del río Chimborazo, fuente de la subcuenca del río Chibunga, afluente del río Chambo que anexa con la cuenca del río Pastaza (PDA-UOCIC 2006). Geográficamente se localiza al noroccidente de la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan (Anexo 2); entre las coordenadas UTM (Cuadrícula Mercator) de los puntos extremos 9 836 000 y 9 820 000 norte y, 732 000 y 747 000 este; con un rango altitudinal que va desde los 3 240 hasta los 6 280 metros (PNF 2008). El 50 % de las comunidades pertenecientes a la UOCIC¹ forman parte de la reserva ecológica faunística del Chimborazo, son comunidades que están por sobre los 3 500 msnm: Sanjapamba, Ganquis, La Delicia, Tambohuasha, Shobol Llinlín, Chimborazo, Cooperativa, Santa Isabel, Calera Grande (PDA-UOCIC 2006).

3.1.2. Características climáticas².

En cuanto a las condiciones climáticas, la distribución de las lluvias es cenital o equinoccial, con estaciones heterogéneas; la zona presenta precipitaciones de hasta 1 100 mm/año, el rango de humedad relativa es de 75 a 80 %. La temperatura media es de 10 °C con variaciones diarias, principalmente en los meses de noviembre y diciembre, lo que determina la presencia de heladas, factor determinante en la pérdida de producción de cultivos (PDA-UOCIC 2006 y PNF 2008).

3.1.3. Características edáficas.

Los suelos de la microcuenca son arenosos, derivados de cenizas volcánicas, con topografía ondulada y quebrada; en las faldas del Chimborazo existe erosión eólica, con afloramiento de una capa de pómez gruesa de 1 a 2 cm (Cañadas 1983). En el área predominan los suelos del Orden: Inceptisoles, Suborden: Andepts, Gran grupo: Criandepts y los del Orden: Mollisoles, Suborden: Udolls, Gran grupo: Hapludolls (Vallejo 1986).

¹ UOCIC: Unión de organizaciones campesinas indígenas intercomunales Chimborazo Rey de los Andes.

² Estación Meteorológica San Juan, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

3.1.4. Clasificación ecológica.

El estrato alto de la microcuenca corresponde a la formación ecológica bosque húmedo Sub-Alpino –bh SA-, y el estrato medio y bajo corresponden al bosque húmedo Montano bajo –bh MB- (Holdridge 1982).

3.2. Materiales

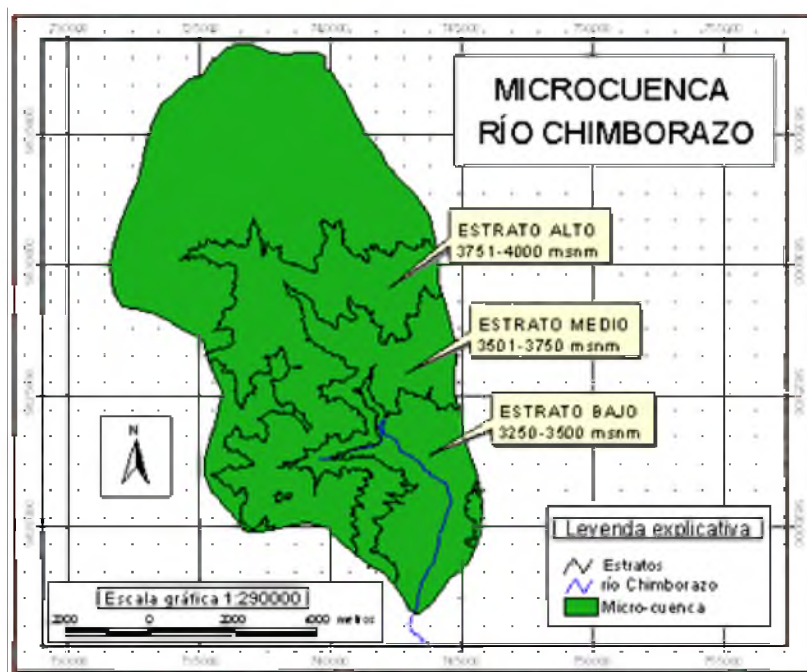
Se utilizó los siguientes materiales: *i) De campo:* flexómetro, cinta diamétrica, GPS (sistema de posicionamiento global), clinómetro, piola, estacas, etiquetas, balanza, cuadrante de 1x1 m, libro de campo. *ii) De laboratorio:* balanza analítica, estufas, cámara de germinación, cuarto frío, cristalería, cajas Petri desechables, agua destilada esterilizada, papel de germinación, fundas de papel, 10 kg de sustrato PROMIX VFT, formol (75 %), algodón, etiquetas. *iii) De oficina:* papelería, hardware, software, cámara fotográfica, grabadora.

3.3. Métodos

3.3.1. Estratificación del área de estudio.

Para facilitar el estudio y trabajo en campo, se conformaron tres estratos en la microcuenca (Figura 3), considerando a la altitud como variable de delimitación horizontal, con un intervalo de 250 m entre estratos. Aunque desde el punto de vista ecológico, no se esperó encontrar diferencias respecto a la distribución vegetativa entre estratos, este rango permitió aplicar la metodología de recorridos sistemáticos tipo barrido equivalentes a un muestreo dirigido (acápite 3.3.5.).

- i) Estrato alto: comprendido entre los 3 751 y 4 000 msnm, conformado por las comunidades Pulinguí San Pablo-Casacóndor, La Chorrera Mirador, Cooperativa Santa Teresita y San Luis de Chinigua de la organización FOCIFCH.
- ii) Estrato medio: comprendido entre los 3 501 y 3 750 msnm, conformado por la comunidad Tambohuasha de la organización FOCIFCH y las comunidades La Delicia, Chimborazo, Santa Isabel y Asociación Santa Martha de la organización UCASAJ.
- iii) Estrato bajo: comprendido entre los 3 250 y 3 500 msnm, conformado por las comunidades Shobol Llin llin, Asociación Cordillera de los Andes, Pisicaz, Asociación Calera Shobolpamba de la organización UCASAJ.



Fuente: Mapa base SIG (2005).

Elaboración: Programa Nacional de Forestería - INIAP (2008).

Figura 3. Estratos altitudinales de la microcuenca del río Chimborazo.

3.3.2. Recolección de información secundaria.

Se recopiló *información secundaria* mediante consulta bibliográfica, revisión de cartografía básica y planes de manejo de los recursos naturales de la microcuenca, disponibles en sistemas informáticos, bibliotecas públicas y privadas de actores institucionales que intervinieron o se hallaban trabajando en el manejo de recursos naturales del área de estudio: Unidad Técnica INIAP Chimborazo, Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), Corporación para la Investigación, Capacitación y Apoyo Técnico para el Manejo Sustentable de los Ecosistemas Tropicales (Eco-ciencia), Fondo Ecuatoriano Popularum Progressum (FEPP), Proyecto de Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador (DFC) y Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas (ESPOCH).

La *información primaria* de los AUM, así como la especificación de su uso y manejo, se obtuvo mediante algunas técnicas de Diagnóstico Rural Participativo (observaciones de campo, conversaciones informales y talleres), con la participación de representantes de las comunidades, promotores y/o líderes de las organizaciones, comunidades y habitantes de la microcuenca, dado que la complementariedad de información incrementa la precisión de análisis como lo menciona Verdejo (2003).

3.3.3. Identificación de árboles de uso múltiple (AUM) nativos y/o naturalizados

Se identificaron actores claves: agricultores, promotores o guías conocedores del tema que trabajan o han trabajado con AUM en SAF's, con quienes se realizaron recorridos en campo, conversaciones informales y observaciones directas para comprender la percepción y cotidianidad de las comunidades (Verdejo 2003).

Se realizaron talleres participativos en los estratos de la microcuenca (Anexo 3), donde intervinieron los actores claves y como parte de la estrategia metodológica se adaptaron los diagramas de Venn o tortillas. Con los participantes se conformó una lista de AUM y a los más representativas se los colocó en tarjetas; a su vez ubicaron alrededor los usos más relevantes para especificar las relaciones producto y servicio. Se utilizó una guía (Anexo 4) para sistematizar la información de cada AUM priorizado durante los talleres y recorridos de campo.

Para la clasificación de productos y servicios ecosistémicos de los AUM, se consideró la información secundaria de Wood y Burley (1995), Montagnini *et al.* (1992), DFC (1998) y Ospina (2006). Varios autores (Costanza *et al.* 1998 citados por Barrantes 2006³) involucran los productos de los AUM como servicios agroecosistémicos, sin embargo, se realizó la distinción producto-servicio dada la especificidad mencionada por las comunidades, procurando respetar la sabiduría y el conocimiento cultural en el manejo de los recursos naturales y humanos, como medio básico para lograr la sostenibilidad, así como lo expresa Verdejo (2003).

3.3.3.1. Productos de los AUM.

Se aplicó el criterio funcional de los AUM en base a Ospina (2006), porque los productos forestales tienen una importancia especial para la vida de la familia. Se consideraron los siguientes productos (CESA 1991, Von Carlowitz 1986, citado por Torquebieu e ICRAF 1993, DDA y UICN 1993): *i*) ramas para escobas, *ii*) leña para cocinar y calentar, *iii*) semilla, *iv*) cabos para herramientas, *v*) forraje para animales mayores, *vi*) forraje para animales menores-aves, *vii*) frutos, corteza, láminas para trabajos manuales, *viii*) artesanías, *ix*) partes de la planta para té y refrescos, *x*) partes de la planta para shampoo, *xi*) frutos para alimento, *xii*) partes de la planta para insecticidas naturales, *xiii*) madera para estacas y *xiv*) varas largas o postes para construcciones rústicas.

³ Barrantes 2006. Servicios agroecosistémicos (correspondencia personal Dr. Jorge Grijalva INIAP, PNF, EESC. 2009). Quito, EC.

3.3.3.2. Servicios de los AUM

Se consideraron los siguientes beneficios para las familias de acuerdo a las funciones de los AUM (CESA 1991, Von Carlowitz 1986 citado por Torquebieu e ICRAF 1993, DDA y UICN 1993): *i*) refugio para animales-aves, *kjarkas* (a manera de casitas o chozas), *ii*) rompeviento (*huaira kjarkay*), *iii*) prevención de la erosión y protección del suelo, *iv*) protección a cultivos (principalmente la reducción de heladas), *v*) reciclaje de nutrimentos como abono para el terreno, *vi*) retención de humedad, *vii*) sombra para los animales, *viii*) asociaciones agroforestales, linderos (cercas), polinización, belleza escénica, *ix*) productos únicos para medicina de adultos, *x*) productos únicos para medicina de niños, *xi*) productos únicos para curar a animales mayores, *xii*) productos únicos para curar a animales menores. Precisamente, ésta valoración y reconocimiento de los servicios (intangibles) de los SAF's formarían parte de la agroforestería social, de acuerdo con Nieto *et al.* (2004).

La frecuencia absoluta (*ni*) representa la cantidad de veces que determinado uso fue mencionado por la población rural y la frecuencia relativa (*fi*) es el cociente de *ni* para la población total que resulta de multiplicar los productos (14) o servicios (12) por el número de talleres (Steel y Torrie 1988).

3.3.4. Priorización de árboles de uso múltiple (AUM)

Se realizó una primera priorización basada en el conocimiento local, intereses y necesidades, rescatados mediante los talleres comunales, conversaciones informales y reuniones con las familias de la microcuenca, porque ésta *técnica genera información no individualizada a partir de la experiencia de los actores sociales y facilita la revalorización del conocimiento local y la identidad cultural* como lo mencionan Tillmann y Salas (1994).

Se realizó una *ordenación descendente* de datos (Steel y Torrie 1988) con la información primaria y se determinó la *frecuencia absoluta* de los usos (*ni*) agrupando productos (*niP*) y servicios (*niS*) -datos directos-. La *frecuencia relativa* (*pi*) se calculó en base a los usos otorgados a las especies: *i*) para obtener la frecuencia relativa de los productos (*piP*) se dividió *niP* para 126 que constituye la población total (9 talleres por 14 productos de los AUM), *ii*) para los servicios (*piS*) se dividió *niS* para 108 que constituye la población total (9 talleres por 12 servicios de los AUM), *iii*) por tanto para la frecuencia relativa de los usos (*pi*) se sumó (*niP+niS*) y se dividió éste valor para la población total de 234. El porcentaje se calculó respecto a *pi* y se realizó una ordenación descendente de *ni* para obtener el orden de prioridades.

Se realizó una segunda priorización en base a la herramienta *matriz de prioridades* (De Boef y Thijssen 2007⁴), que consiste en multiplicar un factor –del 1 al 10 en función del menor o mayor beneficio de la leñosa respecto a los usos con base en un criterio técnico– lo que debe dar una sumatoria de 100 al multiplicar éste valor por *ni* de cada AUM, se realizó una ordenación descendente representando el orden de prioridades.

Una tercera y definitiva ordenación de AUM responde a la *triangulación*⁵ de *criterios*, complementando la información primaria, el criterio técnico y la información secundaria, obteniendo una ordenación que refleja una imagen diferenciada de la realidad y evita el sesgo de criterios (Verdejo 2003), además porque en la selección de especies se deben considerar diversos criterios como lo sugieren Montagnini *et al.* (1992). A cada AUM se le asignó un valor ponderado –del 1 al 10, manteniendo el criterio de menor a mayor beneficio funcional que se puede obtener de las leñosas, se consideró una sumatoria de 100 para los AUM y se realizó una ordenación descendente representando el orden de prioridad local.

3.3.5. Evaluación agronómica de AUM priorizados en SAF's

Para la identificación en campo de AUM, dada la distribución y manejo irregular de los SAF's en la microcuenca, se aplicó la metodología de recorridos sistemáticos de tipo barrido equivalentes a un muestreo dirigido⁶ para identificar AUM en SAF's de las comunidades. En campo se aplicó una matriz de doble entrada para evaluar las funciones de los AUM⁷ en los SAF identificados y los criterios técnicos para la priorización de AUM (Anexo 5) (Ospina 2006).

3.3.5.1. Variables e indicadores registrados:

i) Diámetro del fuste (s): con una cinta diamétrica y a 30 cm del suelo, se midió el diámetro del fuste (s) del 30 % más representativo (al azar) de los AUM

⁴ De Boef, WS. y Thijssen, MH. 2007. Herramientas de trabajo participativo con cultivos, variedades y semillas. Centro Ecológico, BR. p 64-65. (comunicación personal Ing. Liliana Pila INIAP-EESC-PNF 2008).

⁵ **Triangulación:** es una forma de confrontar o complementar la información obtenida a través de las diferentes técnicas y métodos de investigación, este procedimiento asegura una imagen más amplia de la realidad y permite incrementar la precisión crítica de análisis (Verdejo 2003).

⁶ **Muestreo dirigido o preferencial estratificado:** se emplea en zonas extensas heterogéneas, hay que estratificar o subdividir la zona, en unidades homogéneas de acuerdo con la fisonomía de la vegetación, la litología o el relieve, y recorrer cada estrato para identificar el objeto (s) de estudio (Matteucci y Colma 1982 citados por Peñafiel y Unigarro 2006).

⁷ En caso de los AUM no clasificados taxonómicamente, se aplicaron las técnicas botánicas tradicionales de colección del material vegetal, tratando de obtener cuatro muestras –de material fértil– para asegurar la identificación (Ordóñez *et al.* 2004) en el Herbario de la ESPOCH.

priorizados en el SAF; se aplicó esta metodología en base al Oxford Forestry Institute que sugiere un término medio para la medición de altura a 30 cm sobre el suelo (Wood y Burley 1995). Se expresó esta variable en cm por AUM; para las especies con varios fustes, se registraron los valores de los fustes con más de 1 cm de diámetro (Wood y Burley 1995). Se aplicaron las recomendaciones de la posición para la medición (FAO 2000) (Anexo 6).

- ii) Altura: para esta variable se aplicó el método de estimación visual en los AUM marcadas para la medición del diámetro. Se consideró este valor desde la base del árbol o arbusto hasta el ápice del fuste o de la rama más larga -en caso de especies de uno o varios fustes-, respectivamente. Para arbustos se utilizó una vara graduada y para los árboles una cinta y un clinómetro (Wood y Burley 1995); los valores se expresaron en metros. De manera complementaria, se determinó el hábito de la leñosa (Jara 1998). Se aplicó la siguiente fórmula:

A nivel o sobre la base de la leñosa:	$h = (\tan \alpha + \tan \beta) \times d$	Donde:	h = altura de la leñosa
			$\tan \alpha$ = tangente del ángulo de elevación
Bajo la base de la leñosa:	$h = (\tan \alpha - \tan \beta) \times d$		$\tan \beta$ = tangente del ángulo de inclinación
			d = distancia hasta la leñosa

- iii) Estimación de biomasa aérea: se utilizó el método directo (destrutivo) mediante la técnica del árbol promedio debido a que las condiciones locales no justificaban la destrucción de una mayor cantidad de árboles por la heterogeneidad de los SAF's, el número reducido de leñosas y a las creencias ancestrales (PDA UOCIC 2006), además ésta técnica puede ser una alternativa más económica que las técnicas alométricas como lo indica MacDiken, citado por Andrade e Ibrahim (2002). Se midió el diámetro del fuste (a 30 cm desde el suelo) y de la copa del árbol más representativo en el SAF. Se consideraron tres componentes de cada árbol y/o arbusto destruido: fuste o ramas gruesas, ramas delgadas y hojas. El peso del árbol promedio se multiplicó por el número de AUM priorizados en el SAF, para obtener un estimado de la biomasa y fracción de carbono (MacDicken 1997, Andrade e Ibrahim 2002).

- a) *Fuste o ramas gruesas*: se consideró ramas gruesas a aquellas con un diámetro > 3,1 cm. Se registró el peso fresco (Pf) del material recolectado y se tomó una sub-muestra representativa (de discos completos) hasta completar 500 g, se envió al Laboratorio de suelos, plantas y aguas (EESC-INIAP⁸), y se obtuvo el porcentaje de materia seca (MS) de las muestras molidas y sometidas a 70 °C (hasta peso constante). Se aplicó la siguiente fórmula:

$Brg = (Prg \times MS) / 100$	Donde:	Brg = biomasa de ramas gruesas (kg/ha)
		Prg = peso fresco de ramas gruesas (kg/ha)
		MS = materia seca (%)

⁸ Estación Experimental Santa Catalina - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

b) *Ramas delgadas*: se consideró ramas delgadas a aquellas con un diámetro < 3 cm. Se registró el Pf del material recolectado y se tomó una sub-muestra de 500 g, se envió al Laboratorio de suelos, plantas y aguas de la EESC y se obtuvo el porcentaje de MS. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Brd} = (\text{Prd} \times \text{MS})/100$$

Donde:
Brd = biomasa de ramas delgadas (kg/ha)
Prd = peso fresco de ramas delgadas (kg/ha)
MS = materia seca (%)

c) *Hojas*: se obtuvo directamente en campo el Pf de las hojas y se determinó el porcentaje de MS de una sub-muestra homogénea de 500 g de follaje desmenuzado, se envió al Laboratorio de suelos, plantas y aguas de la EESC. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Bh} = (\text{Ph} \times \text{MS})/100$$

Donde:
Bh: biomasa de hojas (kg/ha)
Ph: peso fresco de hojas (kg/ha)
MS: materia seca (%).

iv) *Biomasa total*: con la sumatoria de la biomasa de los tres componentes (fuste o ramas gruesas, ramas delgadas, hojas) se obtuvo la biomasa de cada AUM priorizado. Se expresó esta variable en kilogramos por hectárea y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{BL} = \text{Brg} + \text{Brd} + \text{Bh}$$

v) *Interacciones*: se determinaron interacciones positivas o negativas en los subsistemas representativos de los SAF's y el cultivo solo. Se tomaron tres muestras representativas o tres puntos de observación en el cultivo solo y, en los SAF's para lo cual se consideró un área de interfase de 2 m de ancho a partir del borde de los AUM hacia el cultivo y de largo variable en función del SAF. Al respecto Montagnini *et al.* (1992) expresan que las interacciones árbol-cultivo introducen un factor adicional que debe ser considerado en la extrapolación de SAF's. Se utilizaron las siguientes variables:

a) *Presencia de plagas y enfermedades*: se aplicó el método de observación directa para cuantificar poblaciones, en caso de superar el umbral económico se registró el género del patógeno, la época y el porcentaje de daño que ocasionó, se utilizó el promedio de tres observaciones tanto para la interfase como para el cultivo solo y se expresó esta variable en porcentaje de incidencia o severidad en el cultivo (Ramos 1997).

b) *Días a la floración*: se contabilizó el número de días transcurridos desde la emergencia hasta que el 50 % de plantas del cultivo inició la floración, se utilizó el promedio de tres observaciones tanto para la interfase como para el cultivo solo y se presentó ésta variable como dato promedio en días (Ramos 1997).

c) *Días a la maduración*: se registró el número de días transcurridos desde la emergencia hasta que el 50 % de plantas del cultivo transitorio estuvo fisiológicamente maduro, se presentó ésta variable como dato promedio en días, tanto para la interfase como para el cultivo solo (Ramos 1997).

d) *Biomasa del cultivo*: se cuantificó esta variable a la cosecha del cultivo, se aplicó el método destructivo y se tomaron tres muestras representativas en la interfase (Anexo 7) y el cultivo solo, utilizando un cuadrante de 1 m x 1 m. La biomasa del cultivo se pesó en fresco y una sub-muestra de 500 g se envió al laboratorio de Suelos y Aguas de la EESC para la determinación de materia seca (Ramos 1997). Se aplicó la siguiente fórmula:

$MS = (\text{peso seco/peso fresco}) \times 100$, luego:

Donde:

Bc = biomasa del cultivo (kg/ha).

$Bc = (Pb \times MS)/100$ Pb = producción de biomasa del cultivo (kg/ha).

MS = materia seca (%).

e) *Rendimiento aprovechable*: se pesaron tres muestras representativas de la cosecha del productor, tanto para la interfase como para el cultivo solo y se expresó esta variable en kilogramos por hectárea (kg/ha) (Ramos 1997), aplicando la siguiente fórmula:

Donde:

R = rendimiento (kg/ha)

$R = Pc/Ac$

Pc = peso de campo (kg)

Ac = area cosechada (ha).

3.3.5.2. Variables e indicadores complementarios:

i) *Fracción de Carbono en el componente leñoso*: para determinar esta variable se utilizaron muestras de las leñosas destruidas -en la determinación de biomasa-, se envió al laboratorio de Suelos y Agua de la EESC para cuantificar el contenido de carbono y expresarlo en %. El carbono se determinó por el método de combustión, mediante incineración a 550 °C de todo el material orgánico y se estimó la fracción de carbono en biomasa (Andrade e Ibrahim 2002) y se reportó los valores en términos de toneladas métricas de carbono por hectárea (TM C/ha).

ii) *Cantidad de leña recolectada*: se cuantificó la cantidad de leña recolectada por cada AUM luego de aplicado el método destructivo para estimar biomasa leñosa. Se expresó esta variable en toneladas métricas de leña por hectárea (TM C/ha) con base a la cantidad de biomasa útil (biomasa de ramas gruesas y ramas delgadas).

iii) *Valor nutritivo del AUM forrajero*: entre las AUM priorizadas, se identificaron tres con potencial forrajero, se obtuvo una muestra representativa de cada especie -con poda de formación-, en el SAF para el

caso del lupino (*Genista monspessulana* L.J.) se consideraron tres estados fisiológicos: plantas con menos de un año (tiernas), con menos de dos años (intermedias) y con menos de tres años (maduras). En el tilo (*Sambucus nigra* L.) y malva roja (*Lavatera assurgentiflora* K.) se consideró el estado de madurez del follaje: tierno, intermedio y maduro. Se envió las muestras al laboratorio de Nutrición y Calidad de la EESC donde se realizó el análisis bromatológico para determinar: humedad, proteína bruta, fibra cruda, extracto no nitrogenado, extracto etéreo y cenizas totales.

3.3.6. Identificación y selección de fuentes semilleras identificadas (FI) de árboles de uso múltiple (AUM)

Se utilizó información secundaria y primaria. Se calificó a cada FI mediante una tabla para selección en base al criterio de valoración de especies multiusos (Anexo 17). Durante los recorridos de campo, se registró a los AUM -que no calificaron como FI- o *fuentes de conservación* (Rodríguez y Nieto 1999).

En campo se consideró: *i) Estado general de la FI*: los árboles o arbustos con características adecuadas, vigor, libres de plagas y enfermedades, capacidad para producir semilla durante varios años antes de ésta decaiga por pérdida de vigor. *ii) Pureza genética*: considerando el aislamiento, tipo de fecundación y estado fenológico de la(s) fuente(s) (Ordóñez *et al.* 2004). *iii) Número de árboles y tamaño de la FI*: el tamaño de las fuentes puede variar de acuerdo con las necesidades de la semilla, el número de árboles para FI debe ser de mínimo 20 unidades por hectárea. *iv) Accesibilidad*, considerando el factor tiempo, dinero y las características de la fuente. *v) Interés del propietario*: para la conservación y manejo adecuado de la FI en terrenos privados o públicos (Ordóñez *et al.* 2004 y Narváez 2004).

Se georeferenció las FI utilizando el mapa base de la microcuenca y se aplicó la metodología descrita por Melo y Vargas (2003) citados por Peñafiel y Unigarro (2006), realizando lecturas con GPS ubicando claros en las FI para obtener datos con errores \leq a 10 m. Se ubicaron las FI con herramientas y cartografía temática de SIG.

3.3.7. Sistematización de técnicas de multiplicación de AUM

3.3.7.1. Sistematización del conocimiento local.

Se visitaron viveros comunitarios, utilizando la técnica de recorridos de campo, observaciones directas y conversaciones informales para conocer y dar seguimiento a las prácticas que realizan los productores en la multiplicación

sexual y/o asexual de las leñosas. En el vivero UCASAJ, se evaluó el prendimiento de las especies propagadas de forma asexual (yagual, tilo) y sexual (lupino), considerando una escala de calificación de 1 a 5, representando el 1 un prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

3.3.7.2. Análisis de semillas.

En campo, se colectó frutos de los AUM priorizados en función del estado fenológico y la época de recolección. En el laboratorio⁹, se pesó (en gramos) e identificó los frutos de cada AUM priorizado, se los llevó al cuarto de secado y se los removió dos a tres veces por semana hasta la salida uniforme de las semillas. En laboratorio, se determinó la calidad de las semillas para garantizar la reproducción de plántulas normales (Rodríguez y Nieto 1999).

3.3.7.2.1. Calidad física:

- i) **Pureza:** se consideró por cada especie tres muestras de tamaño conocido -semillas + impurezas-, se separó impurezas (semillas de otras especies, materia inerte, restos vegetales) y se obtuvo el peso de semillas puras. Aplicando la siguiente fórmula y calculando el promedio, se expresó este parámetro en % (Ordóñez *et al.* 2004):

$$\text{Pureza} = (\text{PS} \times 100) / \text{PT}$$

Donde:
P = pureza (%)
PS = peso de semillas puras (g)
PT = peso total de la muestra (g)

- ii) **Contenido de humedad:** se utilizó por cada especie tres muestras de tamaño conocido, se aplicó el método de la estufa, para lo cual fueron sometidos a un proceso gradual de secado en una estufa a 103 °C, durante 16-17 horas, luego se pesó las muestras y se registró el nuevo peso (Ps). El contenido de humedad se calculó con la siguiente fórmula y se lo expresó en % (Ordóñez *et al.* 2004):

$$\text{CH}_m = (\text{Pi} - \text{Ps}) / \text{Pi} \text{ luego:}$$
$$\text{CH} = (\text{CH}_{m1} + \text{CH}_{m2} + \text{CH}_{m3}) / 3$$

Donde:
CH_m = contenido de humedad en la muestra (%)
Ps = peso seco de la muestra (g)
Pi = peso inicial de la muestra (g)

- iii) **Número de semillas por kilogramo:** se tomó el peso de 10 muestras de 100 semillas de cada especie, se calculó el peso promedio (g) para expresar el número de semillas por kilogramo (Ordóñez *et al.* 2004).

⁹ Laboratorio de Análisis de Semillas, centro Bioforesta – ESPOCH, mantiene los protocolos del CASEFOR (Centro Andino de Semillas Forestales) para el análisis de especies nativas.

$$\frac{(g)}{1000g} \times 1000 \text{ semillas} = \text{número de semillas por kilogramo (No./kg)}.$$

3.3.7.2.2. Calidad fisiológica:

Con el lote de semillas utilizado para la determinación de la calidad física de semillas de AUM priorizados, se determinó la calidad fisiológica en el vivero UCASAJ y en el laboratorio del centro Bioforesta (2009).

- i) Porcentaje de germinación: por cada AUM se tomó 400 semillas, se separó al azar en cuatro cajas Petri o sub-muestras de 100 semillas cada uno, se identificó cada caja (número de muestra, fecha de prueba, especie). Se colocó las semillas en bandejas esterilizadas conteniendo sustrato PROMIX VFT humedecido con agua destilada esterilizada y se las ubicó en la cámara de germinación a 22 °C con 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Se contó las semillas germinadas por día en cada muestra lo que representaba el % de germinación diaria y con este valor promedio acumulado (al término de la germinación de cada especie - aproximadamente 40 días-), se calculó el porcentaje de germinación final (Ordóñez *et al.* 2004):

$$\text{No. semillas germinadas/día} = \% \text{ GDx}$$

Donde:
 $\text{PG} = \% \text{ Gm} / (\text{días de evaluación})$ PG = porcentaje de germinación (%)
 Gm = germinación diaria promedio (%).

- ii) Número de días a la germinación inicial: se contabilizó el número de días transcurridos hasta el inicio de la germinación. Se expresó esta variable en número de días (Ordóñez *et al.* 2004).

- iii) Número de semillas viables por kilogramo: se determinó con los datos de los porcentajes de germinación de cada AUM y con el número de semillas por gramo, transformadas a kilogramo. Se aplicó la siguiente fórmula (Ordóñez *et al.* 2004):

Donde:
 $X = N \times \text{PG}$ X = número de semillas viables/kg
 N = número de semillas/kg

3.3.7.2.3. Calidad sanitaria:

Presencia de plagas y enfermedades: se aplicó el método de observación directa para cuantificar poblaciones el porcentaje de daño que ocasiona, se expresó ésta variable en porcentaje de contaminación en la semilla (Ordóñez *et al.* 2004).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características y usos de los árboles de uso múltiple (AUM)

La mayoría de las especies identificadas son utilizadas, en mayor o menor intensidad, como medicina y leña para cocinar y calentar: “...*nosotros utilizamos casi todas las plantitas para quemar en leña, pero prefiero el yagual, quishuar y eucalipto, porque el colle, pino y ciprés, son como caucho...*” (José Gualancañay, Asociación Calera Shobolpamba).

En las comunidades de la microcuenca una práctica común en medicina es la combinación de plantas herbáceas y leñosas. En la comunidad Chimborazo y Asociación Santa Martha, las comadronas preparan una pomada cálida con las hojas de plantas herbáceas (menta, hierba buena, toronjil, putzo, zanahoria blanca, ortiga blanca, ortiga negra, matico, nabo, achira, retama, orégano, manzanilla, ruda, santa maría) y leñosas (yagual, tilo, lupino, llin llin, chilca, malva roja, capulí, quishuar, guantug, ciprés, eucalipto, marco, cedrón). La pomada se prescribe para las enfermedades prevalentes¹⁰, porque se asumen los principios medicinales y las propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antirreumáticas, antiartríticas y emolientes de las plantas; lo que refleja que el conocimiento tradicional heredado y en parte intuitivo les ha permitido descifrar cuando una planta es el medicamento idóneo para una enfermedad determinada (CESA 1993).

“...*para los baños después del parto hacemos agüita con hojas de congona, romero, achira, tronco de nabo, matico y capulí, quishuar, yagual...*” (María Vargas, Chimborazo). “...*Por mi parte, ayudo a algunas mujeres en la labor de parto y luego preparo un baño y tisanas con plantas medicinales, los tallos de nabo, hojas de quishuar, las flores del llin llin y un poco de canela lo que ayuda a sentar la leche y fortalecer el cuerpo de la madre...*” (Fabiola Paucar, partera de la comunidad Santa Martha).

¹⁰ CESA (1993) indica que la combinación de especies cura las enfermedades prevalentes o afecciones principales en el mundo rural, con predominio de las especies arbustivas para los baños y frotaciones. Entre las enfermedades destacan los cuadros nosológicos (mal aire), diarreas y problemas estomacales, enfermedades de los huesos, enfriamientos, heridas y quemaduras, mal de orina, problemas del parto, pasmo, problemas del aparato reproductor femenino.

Los habitantes reconocen los productos y servicios de los AUM: “...*las nativas sirven como sombra para los animales, en verano aplacan el viento y previenen la erosión del terreno, sirven para retener la humedad, las hojas como abono para el suelo, se las utiliza como remedio, sirven para proteger del viento, de las heladas, la lancha, para purificar el aire...*” (José Gualancañay, Asociación Calera Shobolpamba, comunidad Shobol LLin llin).

Sin embargo, para otros, los AUM generan ciertos inconvenientes: “...*hablando sinceramente, a nosotros no nos gustan esas plantas, porque aunque si usamos en medicina y todo; pero otros son guarida para los ratones y la casa se hace más húmeda y fría por la sombra...*” (Inés Malca y Juana Chacha, Asociación Santa Martha). Esto se atribuye principalmente a la falta de manejo de los árboles seleccionados para los SAF's.

Se encontró AUM nativos y naturalizados en asociación con otras especies en linderos, huertos caseros, minibosquetes y en relictos junto a fuentes de agua y quebradas. En las tecnologías agroforestales mencionadas, el manejo técnico del componente leñoso es mínimo, es decir, en casos excepcionales se efectúan podas, raleos, etc. o se cortan indistintamente partes de la planta para entretenimiento de los niños, forraje o leña, medicina, construcciones rústicas, y varas.

En el Cuadro 1 se registraron los árboles de uso múltiple identificados en la microcuenca. En el estrato alto se identificó AUM que se adaptan a altitudes superiores a los 3500 m (Jórgensen y León 1999), como el “yagual”, “quishuar”, “colle”, “piquil”, “tilo”, y la especie denominada “árbol solitario” (Jórgensen y León 1999, Caranqui 2008) que representa además una forma de conservación de las especies endémicas.

En el estrato bajo, se observaron escasos ejemplares de “arrayán” debido al rango de distribución de la especie, desde los 2 500 a los 3 500 msnm (Jórgensen y León 1999); además los habitantes de la microcuenca afirman que tanto el “arrayán” como el “eucalipto aromático” (*Eucalyptus citriodora*) están en extinción debido al acelerado proceso de deforestación y las escasas técnicas de multiplicación.

El “aliso” tiene potencial para uso en sistemas agroforestales, se observaron ejemplares en el estrato bajo de la comunidad de Pisicaz, no obstante, la distribución (Jórgensen y León 1999) indica que son especies no aptas para el rango altitudinal de la microcuenca. Por otra parte, se encontró escasos ejemplares de “capulí” y a decir de las comunidades, la propagación resulta dificultosa y señalan que produce escasos frutos de mala calidad. “...*los mirlos chulla arbolitos acaban no más, con la madera hacemos cabos de azadones, y amarramos las ramas delgadas en círculo para que los niños jueguen a las ruedas y las olas...*” (María Orozco, Pisicaz). Ello responde a que el capulí plantado a más de 3 000

msnm no fructifica, por tanto, se recomienda plantarlo en caso de que el objetivo sea obtener madera o leña aunque el turno de corte sea largo (Añazco 2000b).

El “colle” es una especie nativa de los Andes (CESA 1993), y aunque es considerada en la microcuenca como de desarrollo lento, se la incorpora frecuentemente en los SAF’s con el “yagual” y “quishuar”.

En el estrato medio, se encuentran escasos ejemplares de “chachacón”, ésta especie es preferida porque está conformada de uno o máximo dos tallos y escasas bifurcaciones, a diferencia de la mayoría de AUM locales, que corresponden a especies de múltiples tallos que ramifican desde abajo.

Se clasificó botánicamente a la especie arbórea “no identificada” conocida como “molle” en el vivero UCASAJ (estrato bajo), está adaptada a las condiciones locales (naturalizada) y carece de estructuras florales. En el Herbario Nacional, se determinó el nombre científico de la leñosa *Fagus americana*, especie introducida desde Norteamérica (Burnie *et al.* s.f.), por parte de turistas que visitaron el vivero. En experiencias de campo, la población local ha practicado la propagación asexual de éste árbol con resultados positivos.

Adicionalmente, se clasificó botánicamente al “árbol solitario” *Buddleja pichinchiensis* K (Caranqui 2008), localizado en la comunidad “La Chorrera” del estrato alto, el árbol constituye un atractivo turístico y clasifica como *fuentes de conservación* (Narváez 2004); la propagación es mediante regeneración natural y de experiencias de campo se conoce que la población local ha practicado la propagación asexual con resultados positivos.

El “guantug” es una nativa prolífica (CESA 1993), principalmente por las propiedades analgésicas y calmantes tanto para personas como para animales. Es ornamental y se la encuentra en asociaciones agroforestales, linderos, relictos junto a las quebradas y se atribuye la multiplicación sexual.

En la provincia de Chimborazo el “kishwar blanco” y el “guarango” (*Caesalpinia spinosa* Mol.O. Kuntz) son especies reconocidas y difundidas por el potencial agroforestal (Bioforesta 2009), sin embargo en la zona de estudio y de acuerdo al rango de distribución de las especies (Jørgensen y León 1999), únicamente el “kishwar blanco” constituiría una opción agroforestal para la microcuenca, porque se adapta hasta los 4 000 msnm, a diferencia del guarango que se adapta desde los 1 800 hasta los 2 800 msnm (Bioforesta 2009).

El “mil mil” (nativa *Senna multiglandulosa* J.H.S.) es conocido localmente como llin llin o chin chin, lo que generó desconcierto con la especie endémica conocida como “llin llin” (endémica *Senna* sp.) y nombrada comúnmente mil mil; en adelante se las mencionará por el nombre local tratando de respetar la visión ancestral y el nombre sagrado que se asigna a las plantas (Martínez 2009).

Las semillas del mil mil son redondeadas (de aproximadamente 4 mm de largo por 3 mm de ancho), de color café oscuro brillante, homogéneas y folíolos glabros más finos y pequeños (de 1.3 cm de largo por 1 cm de ancho), en tanto que las semillas de llin llin son aplanadas con 6 mm de largo por 4 mm de ancho, de color café claro con la zona embrionaria más oscura (semejante a la semilla del maíz) y folíolos casi lisos (de 1.7 cm de largo por 1.4 cm de ancho) (Jørgensen y León 1999, Caranqui 2008). En la microcuenca, las dos especies tienen potencial agroforestal y toleran heladas como lo indica Loján (1992 y 2003), sin embargo, las ventajas comparativas para una reforestación selectiva con “llin llin” son: endemismo, menor incidencia de plagas y el tipo de crecimiento arbustivo, en éste sentido de las observaciones en un mismo sitio, CESA (1993) afirma que el llin llin creció 1 m en tres meses mientras mil mil sólo creció de 0.6 a 0.7 m.

El “yagual” es una planta nativa apreciada por el fenotipo, las láminas de la corteza son utilizadas para artesanías, la madera de los tallos para leña y varas, y en las comunidades se reconocen los servicios agroecosistémicos. *P. racemosa* es una especie introducida del Perú (Caranqui 2008) y se la encontró en asociaciones agroforestales, en tanto que las endémicas *P. reticulata*, *P. incana*, *P. sericea* (Jørgensen y León 1999, Caranqui 2008) se hallaron en minibosquetes, taludes y relictos junto a las vertientes de agua.

Entre las buddlejas, el “quishuar” es un AUM nativo utilizado en agroforestería, principalmente como leña, madera para implementos del arado¹¹ y prácticas medicinales. La especie es útil en SAF's para conservar el suelo, mantener la humedad y la fertilización (Santa Isabel). “...*El quishuar protege del viento, el frío, la erosión y las heladas, ayuda a retener la humedad, sirve como casa para las gallinas, y las hojas que caen abonan el terreno...*” (La delicia, Chinigua).

El “tilo” está distribuido en el estrato alto, medio y bajo de la microcuenca, es una especie utilizada y preferida por las cualidades medicinales. Los animales, principalmente borregos y vacas, consumen las hojas y ramas tiernas de éste árbol. El productor efectúa con frecuencia podas de formación y aprovecha el material vegetativo resultante, para la multiplicación asexual de éste árbol.

¹¹ Para el arado la mejor madera es el pujín (*Hesperomeles cuneata* Lindl. CESA 1991), aunque también sirve el quishuar, ciprés, arrayán (*Eugenia spp.* CESA 1991). Los elementos del arado son: el *yugo* que es el que une, la *reja* que es la que se introduce en la tierra y ara propiamente, el *timón* que es un palo que unce o unir a los animales (Julián Tacuri, San Luis de Chinigua).

Tabla 1. Árboles identificados y usos en la microcuenca del río Chimborazo.

Nombre comunes ^a	Nombre local ^b	Familia ^a	Nombre científico ^c	Uso local ^b	Propagación ^b	Distribución ^d	Sinonimia y/o hábito de crecimiento
Arrayán	Arrayán, aya arrayán.	Mirtaceae	<i>Eugenia rhopaloides</i> K.	Madera, medicinal, leña.	Asexual, regeneración natural.	Andes 2 500-3 500 m. CAR, IMB, COT, NAP.	Arbusto o árbol, endémico.
Aliso	Aliso, cucharilla	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Leña, madera.	Asexual, sexual.	Andes, 1 500-4 000 m. Prov.: AZU, CAÑ, CAR, CHI, IMB, LOJ, MOR, NAP, PIC, TUN.	Árbol nativo.
Capulí	Capulí, aya capulí (sin frutos).	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Leña, alimento, madera.	Sexual.	Andes, 2 500-4 000 m. Prov.: AZU, CHI, COT, IMB, LOJ, NAP, PIC, TUN.	Árbol, nativo.
Colle	Colle, qushwar negro	Loganiaceae o Buddlejaceae	<i>Buddleja coriacea</i> H.B.K.	Cortina rompiviento, leña.	Sexual.	Andes, 2 500-4 000 m.	
Chachacoma	Chachacón	Escaloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.F.	Leña y carbón.	Sexual.	Andes: 2 000-4 500 m. AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, ORO, IMB, LOJ, MOR, NAP, PIC, TUN.	Sin.: <i>Stereoxylon corymbosum</i> R&P., <i>patens</i> Ruiz & Pav., <i>Escallonia corymbosa</i> (Ruiz & Pav.) Per S., <i>E. bererifolia</i> Kunth, <i>E. tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) Killip, <i>E. adscendens</i> Rusky, <i>E. hypsophylla</i> (Ruiz & Pav.) Killip, <i>E. Chbrokensis</i> (Ruiz & Pav.) Killip. Arbusto o árbol. Nativo.
No identificado	No identificado, molle	Fagaceae	<i>Fagus americana</i>	Semilla, madera.	Asexual.	América del Norte, Europa	Árbol naturalizado.
Guantug	Guantug, guanto	Solanaceae	<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Lagerth.	Medicinal, ornamental, insecticida	Sexual, asexual.	Andes: 1 000-3 500 m. Prov.: AZU, CAÑ, CHI, NAP, PIC, TUN.	Arbusto o árbol pequeño. Nativo. Sin.: <i>Datura arborea</i> L.
Jiguerón	Kishwar blanco, chicharrón	Berberaceae	<i>Aegiphilia ferruginea</i> Hayek & Spruce	Construcción, cercas vivas	Sexual.	Andes: 2 500-4 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAR, CHI, IMB, PIC.	Arbusto o árbol. Endémico.
Llin, Chinchin, Llin, chanchilva	Mil mil	Caesalpinaceae	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H. S.	Leña, cercaviva, ornamental.	Sexual.	Andes: 2 000-3 500 m. Prov.: AZU, CAR, CHI, IMB, NAP, PIC, TUN.	Sin.: <i>Cassia tomentosa</i> L. f. <i>Cassia multiglandulosa</i> (Jacq.) H. S. Árbol o arbusto, nativo.
Mil mil	LLin llin	Caesalpinaceae (Fabaceae)	<i>Senna</i> sp.	Leña, cercaviva, ornamental.	Sexual.	Nativa	Desconocido.

1 (cont.).

Piquil	Piquil, urku yaguil (yagual doblado, bajo)	Asteraceae	<i>Gynoxis hallii</i> Hieron.	Leña, madera	Regeneración natural , sexual, asexual	Andes: 2 500-3 500 m. Prov.: AZU, CAÑ, CAR, CHI, COT, IMB, PIC, TUN.	Árbol pequeño, endémico. Hojas de aproximadamente 9 cm de largo y 4 cm de ancho, tallo café oscuro, semillas verdes lanceoladas, v. vegetación de tipo...
Pinu, árbol de papel, pulga, queñua.	Yagual, pantza, <i>guarmiyagüil</i> .	Rosaceae	<i>Polylepis incana</i> Kunth.	Protección cuencas y áreas erosionadas, leña.	Asexual.	Andes 3 000-4 500 m. Prov.: AZU, BOL, CAR, CHI, COT, IMB, NAP, PIC, TUN.	Arbusto o árbol, nativo.
		Rosaceae	<i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth.	Protección cuencas y áreas erosionadas, leña.	Asexual.	Andes: 2 500-4 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CHI.	Árbol o arbusto, endémico.
		Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i> Hieron.	Protección cuencas y áreas erosionadas, leña.	Asexual.	Andes 2 500-4 500 m. Prov.: AZU, CHI, IMB, PIC, TUN.	Árbol, endémico.
	Yagual, pantza, <i>Cariyagüil</i>	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	Protección cuencas y áreas erosionadas, leña.	Asexual.	Andes: Perú, Bolivia	Árbol introducido.
		Rosaceae	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	Protección cuencas y áreas erosionadas, leña.	Asexual.	Andes: 2 500-4 500 m. Prov.: CAR, COT, IMB, LOJ, NAP, PIC.	Sin.: <i>Polylepis albicans</i> Pilg, <i>Polylepis (Wedd)</i> Bittex. Árbol o arbusto,
Shuar, árbol de dios.	Kishwar	Buddlejaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pavón.	Ebanistería, construcción, especie melífera, medicinal, implementos del arado.	Sexual, asexual.	Andes: 3 000-4 000 m. Prov.: AZU, CAÑ, CHI, COT, LOJ, PIC.	Árbol nativo.
Árbol solitario	Árbol solitario	Buddlejaceae	<i>Buddleja pichirchiensis</i> Kunth. (H.B.K.)	Turismo.	Sexual, asexual.	Arbusto o árbol nativo. Prov.: AZU, CAR, CHI, COT, IMB, NAP, PIC, TUN.	Andes 3000-4000m.
Tilo, sauco.	Tilo, <i>cari tilo</i> (tilo macho).	Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	Medicinal, ornamental.	Asexual.	Andes: 1 500-3 000 m. Prov.: IMB, LOJ, PIC.	Árbol, árbol pequeño o arbusto. C...

Fuentes de información secundaria y primaria: ^a CESA 1984 y 1993, Jörgensen y León 1999. ^b Investigación directa, PNF. 2008-2009. ^c Caranqui 2008. 1984 y 1993, Jörgensen y León 1999, Loján 1992 y 2003. ^e CESA 1984 y 1993, Jörgensen y León 1999.

4.2. Características y usos de los arbustos

Se registraron las especies arbustivas en el Cuadro 2, destacándose la “chilca” por hallarse en los tres estratos de la microcuenca, lo que coincide con lo expresado por CESA (1993) al considerarla una de las especies más prolíficas de la región andina. La “chilca negra” (*yana chilka*) es utilizada principalmente como forraje y la “chilca blanca” (*yurak chilka*) en las prácticas medicinales. En el Ecuador la “chilca” es una de las especies importantes para agroforestería (DFC 1998) y (Carlson y Añazco 1990 citados por Loján 1992 y 2003).

En un lindero cercano a una vertiente de la comunidad La Delicia, del estrato bajo de la microcuenca se encontró al arbusto “quismoso”, que como la chilca, pertenece a las asteráceas y aunque la especie no había sido identificada, las comunidades mostraron interés para propagarla. Por otra parte, se identificó el arbusto nativo “pishi” (Caranqui 2008), el extracto de los frutos se utiliza como tintura para los tejidos y también para limpiar los zapatos.

El “lupino” es un arbusto utilizado como combustible, ornamental, forraje para cuyes y conejos y como medicinal para curar las infecciones intestinales. Se lo encontró en cortinas rompeviento y cercas vivas en el estrato bajo y aunque la literatura recomienda realizar una poda de formación durante los dos primeros años (SIPCOSEFNA 2004), se observó un mínimo manejo de las leñosas en las tecnologías agroforestales por parte de los propietarios.

Las “malvas” se encuentran en huertos caseros, las flores y hojas de la “malva blanca” son utilizadas en prácticas medicinales, la planta persiste hasta 4 años, en tanto que la “malva roja” o rosada es preferida porque persiste hasta 6 o 7 años según testimonios locales, lo cual asegura la disponibilidad de forraje aunque en cantidades reducidas debido a la baja densidad de plantas en las asociaciones agroforestales. “...Las hojas y flores de las malvas en emplasto bajan la hinchazón y las hojas de la malva roja votamos a los cuyes...” (Pisicaz, Palacio Real, Santa Martha).

Los habitantes utilizan el “marco” como medicina, insecticida natural y en menor proporción como forraje, es una de las especies arbustivas que mayor manejo requiere, por los múltiples tallos que posee.

Se identificó tres especies de “piquil”, dos arbustivas (*Gynoxis buxifolia* K.C y *G.* sp.) y una arbórea nativa (*G. hallii* H.) dispersa en minibosquetes o relictos por sobre los 3600 msnm en la microcuenca, es preferida por la calidad de leña y porque las ramas sirven como herramienta para hilar (husos).

La “retama” se observa de manera aislada en el estrato bajo, las comunidades reconocen los servicios que brindan, sin embargo, evitan plantarlas por la alta incidencia de plagas que han ocasionado inclusive la muerte de las plantas, lo que no asegura que la especie funcione como alternativa agroforestal local.

Al “futag” se lo encontró en forma natural, en la zona baja y media de la microcuenca, se la localiza en linderos y ocasionalmente formando parte de huertos caseros. Tiene alto potencial para usos medicinales y formas caseras de preparación de remedios para animales domésticos, niños con resfrío y parturientas. La forma de propagación es por brinzales o regeneración natural al igual que la mayoría de AUM en la microcuenca.

En el estrato alto se identificó al “apuk”, especie arbustiva a la que se otorga un uso complementario como leña y aunque ello no le resta importancia, sí restringe su funcionalidad de “múltiples usos”.

Figura 2. Arbustos identificados y usos en la microcuenca del río Chimborazo.

Nombre comunes ^a	Nombre local ^b	Familia ^a	Nombre científico ^c	Uso local ^b	Propagación ^b	Distribución ^d	Sinonimia y hábito de crecimiento
Chilca	(<i>Yurak chilco</i>) Chilca negra.	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruz & Pav.) Pers.	Forraje, leña.	Regeneración natural.	Andes, 1 000-4 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, MB, LOJ, NAP, PC, SJC, TUN.	Sin.: <i>Molina latifolia</i> Ruz & Pav., <i>floribunda</i> Kunth, <i>Baccharis polyandra</i> Hieron., <i>Baccharis riparia</i> Kunth, <i>Baccharis genuina</i> Hieron., <i>Baccharis polyandra</i> Hieron., <i>Vernonia davalliana</i> Hieron. Arbusto, nativo.
	(<i>Yana chico</i>) Chilca blanca.	Asteraceae	<i>Baccharis macracantha</i> R&P.	Medicinal, leña.	Regeneración natural.	Andes, 1 000-3 700 m.	Arbusto, nativo.
Falsa chilca	Quismoso	Asteraceae	<i>Ageratina pseudochilca</i> (Benth) R.M. King & H. Rob.	Linderos	Regeneración natural.	Andes, 2 000-3 500 m. Prov.: AZU, CAÑ, CAR, IMB, LOJ, PIC, ZAM.	Sin.: <i>Eupatorium pseudochilca</i> Benth., <i>Eupatorium umbrosum</i> Benth., <i>Eupatorium cotacachense</i> Hieron. Arbusto, nativo.
Aguilán	Pishi, pishig, sacha mortiño (falso mortiño), moradilla, aya chocho (chochos del fantasma).	Polgalaceae	<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth	Leña, escobas, artesanal.	Regeneración natural.	Andes, 1 500-2 000 m y 2 500-4 000 m. Prov.: BOL, CAR, CHI, COT, IMB, NAP, PAS, PIC, TUN.	Sin.: <i>Hebeandra phillyreoides</i> Bonpl., <i>obtusifolia</i> var. <i>oblongifolia</i> C. DC. Arbusto, nativo.
Lupino, lupina, retamoliso.	Lupino, alfalón.	Fabaceae	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. Jhonson.	Forraje, leña, cercas vivas,	Sexual.	Andes, 2 000-3 000 m. Prov.: COT, MB, PIC.	Sin.: <i>Cytisus monspessulana</i> (L.) K. Koch. Introducida y cultivada.
Malva rosada, roja o morada	Malva roja, negra	Malvaceae	<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg.	Medicinal, forraje	Sexual.	Andes, 2 000-3 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, MB, LOJ, PIC, TUN. Prov.: AZU, CHI, COT, PIC, TUN.	Introducido y cultivado. Vegetación altura 3-4 m, raíz axonomorfa, tallo flor solitaria, fruto capsular, me...
Malva blanca	Malva blanca, malva sisa	Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> K.	Medicina, forraje	Sexual.	Andes, 2 000-3 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, MB, LOJ, PIC, TUN. Prov.: AZU, CHI, COT, PIC, TUN.	Introducido y cultivado. Vegetación altura 2-3 m, raíz axonomorfa, tallo flor solitaria, fruto capsular, me...

2 (cont.).

Marco, marku	Marco	Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	Medicinal, barreras vivas.	Regeneración natural.	Andes: 2 000-3 500 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, MB, LOJ, PIC, TUN.	Sin.: <i>Franseria artemisioides</i> W. Subarbusto, arbusto o árbol pequeño.
Piquil	Piquil, matico de páramo.	Asteraceae	<i>Gynoxis buxifolia</i> (Kunth) Cass.	Leña.	Regeneración natural, sexual, asexual.	Andes 3 000-4 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAR, CHI, COT, LOJ, NAP, PIC, TUN.	Arbusto o subarbusto, nativa. Sin.: <i>Senecio buxifolius</i> Kunth, <i>Gynoxis</i> var. <i>brevifolia</i> Hieron. Tallo consistente maderable, descort longitudinal, haz verde brillante, áspero nevadura principal, flores en inflorescencia terminal, hojas de 1.2 cm de largo x ancho.
rama de olor	Relama	Fabaceae	<i>Spartium junceaum</i> L.	Linderos, medicinal.	Regeneración natural.	Andes: 2 000-3 500 m. Prov.: AZU, BOL, CAR, IMB, LOJ, PIC, TUN.	Arbusto, introducido.
ca, suti, quinde gana, llugro.	Futaj, putak, chortizo, churo azul.	Lamiaceae, Labiatae.	<i>Salvia macrostachya</i> Kunth.	Medicinal, cercas vivas, protección, medicinal.	Regeneración natural.	Andes: 3 000-3 500 m. Prov.: AZU, BOL, CHI, COT, PIC, TUN.	Nativa. Frutescente de dos metros. Es flores sésiles moradas, filamentos blancos amarillos, olor penetrante desagradable.
brillo, perritos o bolsitas	Apuk, apok, zapatitos, escoba macho,	Scrophularaceae	<i>Carceolaria hyssopifolia</i> H.B.K.	Medicinal cerca viva	Regeneración natural.	Andes: 3 500-4 000 m. Prov.: AZU, BOL, CAÑ, CAR, CHI, COT, MB, PIC, TUN.	Subarbusto. Endémico.

Fuentes de información secundaria y primaria

1984 y 1993, Jørgensen y León 1999.

Observación directa, PNF. 2008-2009.

2008.

1984 y 1993, Jørgensen y León 1999, Loján 1992 y 2003.

1984 y 1993, Jørgensen y León 1999.

4.3. Análisis del saber local sobre los AUM

En los talleres para la identificación y priorización de AUM (Cuadro 3) asistieron 293 adultos, 18 jóvenes y 20 niños; es notable la mayor participación de personas adultas, 141 hombres (48.12 %) y 152 mujeres (51.88 %), quienes han acumulado el conocimiento local a través de las prácticas cotidianas (Añazco 2000a) y en especial de las mujeres, quienes según Thrupp y Mayorga (2005), poseen un conocimiento único, práctico y de gran valor sobre los árboles y sus usos múltiples.

La información de los talleres (Cuadro 3), destaca la mayor participación de las comunidades del estrato bajo con un 80.71 % de asistentes. La participación de la mujer se atribuye a la misma demografía local, siendo la población femenina superior a la masculina con 9,12 puntos porcentuales (54,56 % población femenina y 45,44 % población masculina) (PDA-UOCIC 2006). Adicionalmente, Añazco (2000a) indica que el hombre es quien generalmente emigra, lo que determina que la mujer asuma todo o parte del trabajo productivo, reproductivo y en algunos casos también el trabajo de gestión comunal. Sin embargo, también los hombres participan del manejo agroforestal y poseen conocimientos valiosos.

Cuadro 3. Número de talleres para identificar y priorizar árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.

Estrato (rango)	Altitud (m)	Comunidad	Fecha de realización	No. Taller	No. Participantes		Adultos		Jóvenes y niños
							Hombres	Mujeres	
Alto (3751-4000 m)	3 780	La Chorrera	27/agosto/2008	5		16	14	2	4 jóvenes, 8 niños y niñas.
	3 840	Casacóndor	3/octubre/2008	6		25	16	9	
					Σ	41	30	11	
					x	22	15	6	
					%	14	22	7	
Medio (3501-3750 m)	3 560	San Luis de Chingua	8/enero/2009	8		15	5	10	12 niños.
					Σ	15	5	10	
					y x	5	4	7	
					%	5	4	7	
Bajo (3250-3500 m)	3 280	Asociación Calera Shobolpamba	14/enero/2009	9		62	15	47	14 jóvenes
	3 310	Pisicaz	22/octubre/2008	7		33	31	2	
	3 330	Shobol Ilin Ilin	25/abril/2008	2		56	18	38	
	3 380	Santa Isabel	22/mayo/2008	4		24	21	3	
	3 390	Asociación Santa Martha	20/mayo/2008	3		18	6	12	
	3 500	La Delicia	24/abril/2008	1		44	15	29	
					Σ	237	106	131	
					x	42	18	22	
					%	82	75	86	
Microcuenca					Σ	293	141	152	

Fuente: registros y base de datos del PNF, 2008-2009.

El Cuadro 4, muestra los usos productos y servicios de los AUM en base del conocimiento local. La frecuencia promedio de los productos obtenidos (*niP*) fue de 14.05, valor superior a la frecuencia promedio de servicios (*niS*) de 13.33. Es probable que la pérdida o desconocimiento de las prácticas ancestrales debido a fenómenos sociales como la migración, limitada accesibilidad al recurso forestal expliquen el hecho que sobre todo las mujeres tienen más dificultades para conseguir recursos forestales razón por la cual deben caminar mayores distancias para recolectar leña o forrajes, tal como sugiere Añazco (2000a).

El yagual, lupino, quishuar, chilca, tilo, llin llin, retama, futag, capulí, apuk, marco y malvas, son consideradas las especies locales más prioritarias para obtener productos que tienen importancia para la vida de la familia, en especial para las mujeres, y su valor depende del conocimiento, interés, educación y formación que poseen (Añazco 2000b). Respecto a los beneficios o servicios que brindan los AUM, destacan el tilo, marco, chilca, futag, yagual, quishuar, malvas, llin llin, quantug, capulí, retama, lupino y pishi.

Cuadro 4. Frecuencia absoluta y relativa de los productos y servicios de árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.

No.	Productos			Servicios			Uso		
	AUM	<i>niP</i>	<i>fP</i>	AUM	<i>niS</i>	<i>fS</i>	AUM	<i>ni</i>	<i>fi</i>
1	yagual	34.00	0.27	tilo	25.00	0.20	yagual	55.00	0.23
2	lupino*	29.00	0.23	marco	24.00	0.19	chilca	47.00	0.17
3	quishuar*	24.00	0.19	chilca	23.00	0.18	tilo	45.00	0.18
4	chilca	24.00	0.19	tu tag	23.00	0.18	quishuar	44.00	0.18
5	tilo	20.00	0.16	yagual	21.00	0.17	lupino	42.00	0.17
6	llin llin*	17.00	0.13	quishuar	20.00	0.16	tu tag	40.00	0.16
7	retama*	17.00	0.13	malvas	20.00	0.16	marco	37.00	0.13
8	tu tag	17.00	0.13	llin llin	17.00	0.13	llin llin	34.00	0.13
9	capulí	16.00	0.13	quantug	17.00	0.13	malvas	31.00	0.11
10	apuk	16.00	0.13	capulí	14.00	0.11	retama	31.00	0.11
11	marco	13.00	0.10	retama	14.00	0.11	capulí	30.00	0.10
12	malvas	11.00	0.09	lupino	13.00	0.10	quantug	26.00	0.08
13	arrayán	10.00	0.08	pishi	11.00	0.09	apuk	23.00	0.10
14	quantug	9.00	0.07	apuk	7.00	0.06	pishi	20.00	0.06
15	aliso	9.00	0.07	arrayán	6.00	0.05	arrayán	16.00	0.06
16	pishi	9.00	0.07	colle	5.00	0.04	aliso	13.00	0.05
17	piquil	7.00	0.06	jjquerón	5.00	0.04	piquil	12.00	0.05
18	colle*	6.00	0.05	piquil	5.00	0.04	colle	11.00	0.05
19	pinllo	4.00	0.03	aliso	4.00	0.03	pinllo	8.00	0.03
20	guarango	3.00	0.02	pinllo	4.00	0.03	jjquerón	5.00	0.02
21	jjquerón	0.00	0.00	guarango	2.00	0.02	guarango	5.00	0.02
x		14.05	0.10		13.33	0.11		27.38	0.10

Notación: *ni*: frecuencia absoluta

fP: frecuencia relativa= niP/N , donde $N= 126$ (14 productos x 9 talleres)

fS: frecuencia relativa= niS/N donde $N= 108$ (12 servicios x 9 talleres)

fi: frecuencia relativa = promedio *fP* y *fS*

Fuente: Investigación directa, PNF. 2008-2009.

4.4. Análisis de priorización de árboles de uso múltiple

La priorización en el Cuadro 5, sugiere un listado de AUM que pueden utilizarse para la construcción de alternativas agroforestales o reforestación selectiva en la microcuenca del río Chimborazo. Se plantean tres ordenaciones, de las cuales la última permite complementar la información primaria, el criterio técnico y la información secundaria, por tanto es la que mejor se ajusta a las condiciones locales debido a que consideran las características vegetativas y de distribución de los AUM, el potencial agroforestal y las preferencias de los habitantes de los diferentes estratos.

La opinión local, responde a la primera priorización (Cuadro 4) y revela al yagual, chilca, tilo, quishuar, lupino, futag, marco, llin llin, malvas y retama como los AUM más utilizados por hombres y mujeres en las labores cotidianas, en función de la cultura, educación y condición socioeconómica. Sin embargo, la mujer utiliza los AUM en las actividades cotidianas para la alimentación y cuidado de la familia.

Una segunda priorización de AUM (Anexo 8), basada en la comparación cualitativa y cuantitativa de la información primaria (Cuadro 5) y al criterio técnico, sugiere al tilo, yagual, colle, apuk, arrayán, lupino, marco, pishi, piquil, futag, como las más importantes, en base a la herramienta “Matriz de prioridades” De Boef y Thijssen¹ (2007).

Cuadro 5. Matriz de priorización de árboles de uso múltiple en función de la información primaria y secundaria. Microcuenca del río Chimborazo.

AUM Priorizado	Información primaria			Matriz de prioridades			Triangulación
	No.	Productos	Servicios	Uso	Productos	Servicios	Uso
1	yagual	tilo	yagual	yagual	tilo	tilo	yagual
2	lupino	marco	chilca	tilo	yagual	yagual	malvas
3	quishuar	chilca	tilo	lupino	malvas	colle	tilo
4	chilca	futag	quishuar	quishuar	marco	apuk	quishuar
5	tilo	yagual	lupino	chilca	chilca	arrayán	lupino
6	llin llin*	quishuar	futag	llin llin	futag	lupino	llin llin
7	retama*	malvas	marco	capuli	quishuar	marco	jiguerón
8	futag	llin llin	llin llin	retama	llin llin	pishi	piquil
9	capuli	guantug	malvas	futag	guantug	piquil	colle
10	apuk	capuli	retama	apuk	lupino	futag	futag
11	marco	retama	capuli	malvas	capuli	chilca	chilca
12	malvas	lupino	guantug	marco	retama	guantug	guantug

¹ De Boef, WS. y Thijssen, MH. 2007. Herramientas de trabajo participativo con cultivos, variedades y semillas Centro Ecológico, BR. p 64-65 (comunicación personal Ing. Liliana Pila INIAP-EESC-PNF 2008).

Cuadro 5. (cont.).

13	arrayán	pishi	apuk	guantug	pishi	malvas	marco
14	guantug	apuk	pishi	arrayán	apuk	aliso	pishi
15	aliso	arrayán	arrayán	piquil	piquil	pinllo	apuk
16	pishi	colle	aliso	colle	jiquerón	quishuar	arrayán
17	piquil*	jiquerón	piquil	aliso	colle	jiquerón	retama
18	colle*	piquil	colle	pishi	arrayán	capuli	aliso
19	pinllo	aliso	pinllo	guarango	aliso	guarango	pinllo
20	guarango	pinllo	jiquerón	pinllo	pinllo	retama	capuli
21	jiquerón	guarango	guarango	jiquerón	guarango	llin llin	guarango

*Especies atacadas por plagas, lo que para las comunidades disminuye el valor del AUM respecto a las propiedades ornamentales, medicinales y de forraje.

Fuente: investigación directa, PNF. 2009.

Esta herramienta parece proporcionar información sesgada al excluir al quishuar, malvas, llin llin debido a que la frecuencia absoluta de usos (ni) en éstas especies ($ni= 11, 16$ y 5 , respectivamente), fue menor a otras como el tilo y yagual ($ni= 45$ y 55). Por tanto, dado que la priorización es el producto de ni por un factor impuesto –criterio técnico–, relega a las especies y por ende prevalece el prejuicio de incidencia de plagas y/o enfermedades en las plantas, desconocimiento o subestimación del servicio que brindan las leñosas. La matriz de prioridades aunque respeta la sabiduría y la cultura del grupo meta, no analiza la información secundaria, la percepción de promotores e investigadores, lo que de acuerdo con Verdejo (2003) es fundamental para el establecimiento de propuestas agroforestales.

La tercera ordenación de AUM responde a la triangulación de criterios (Cuadro 5 y Anexo 9) y sugiere al yagual, malvas, tilo, quishuar, lupino, llin llin, jiquerón, piquil, colle, futag y chilca. El yagual, quishuar, colle y piquil, son recomendables para el estrato alto porque además de los servicios que brindan, se adaptan sobre los 3 000 msnm (Jørgensen y León 1999).

El concepto de triangulación permitió ponderar los AUM desde diversas perspectivas, dando preferencia a las leñosas con potencial agroforestal, no agresivas con los cultivos aledaños y que a más de productos, permitan otros beneficios o servicios ecosistémicos. Así por ejemplo, al llin llin (*Senna* sp.) se le asignó un valor de 6, de tal manera que no se lo excluya de las propuestas agroforestales, porque a pesar del endemismo, productos y servicios (Jørgensen y León 1999, Añazco 2000a) y de que -en el estrato medio (Comunidad Chimborazo)- existen ejemplares de llin llin de 2 hasta 18 años, libres de plagas y enfermedades; sin embargo, prevalece el temor por parte de los habitantes de la microcuenca, de que las plantas sean atacadas por insectos, hongos y nematodos como lo que ocurre con el mil mil (*Senna multiglandulosa* J.H.S) en la provincia de Chimborazo (Añazco 2000a).

El estudio indica el interés de las familias en función de los productos y servicios que brindan los AUM (ver Figura 4) más que su procedencia. Aunque hasta hace algunos años las mujeres no siempre preferían las especies nativas (Yaguache y Carrión 2000), Silva y Triviño (1990) expresan que en el debate de exóticas o nativas, no puede negarse la importancia de algunas foráneas; además, como lo señalan Montagnini *et al.* (1992) la agroforestería no presenta restricción alguna respecto al uso de leñosas en función de su origen.

No.	NOMBRE LOCAL (Nombre botánico)	SIMBOLOGÍA*	USO (Producto o servicio)
1	Yagual o yagüil (<i>Polygala racemosa</i> H.B.K., <i>P. rupestris</i> K., <i>P. sericea</i> W.P., <i>lanuginosa</i> L., <i>P. reticulata</i> M.)	▲ ● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	▲ Leña.
2	Malva roja (<i>Lavatera assurgentiflora</i> K.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Asociaciones con cultivos.
3	Tilo (<i>Sambucus nigra</i> L.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Medicina ancestral. ● Artesanías.
4	Kishwar (<i>Buddleja incana</i> R.&P.)	▲ ● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Forraje (alimento para animales).
5	Lupino o alfalón (<i>Genista monspessulana</i> L.A.S.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Alimento para personas. ● Belleza escénica y polinización.
6	Llin llin (<i>Senna multiglandulosa</i> L.H.S., S. sp.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Tintes naturales.
7	Jiguerón (<i>Aegiphilia ferruginia</i> H y S.)	◻ ● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Protección de cuencas hidrológicas y fuentes de agua.
8	Piquil (<i>Gynoxys Haib.H.</i>)	▲ ● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Turismo y recreación.
9	Kolle o yana kishwar (<i>Buddleja coriacea</i> H.B.K.)	▲ ● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	◻ Madera para construcciones rústicas.
10	Futak o churo morado (<i>Salvia macrostachya</i> K.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Cabos de herramientas y escobas.
11	Chilka (<i>Baccharis latifolia</i> R&P. P.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Estacas e implementos para el arado.
12	Guantuk (<i>Brugmansia arborea</i> L.)	● ◻ ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ ⊙ ⊚ ⊛	● Fuente de semillas.

Figura 4. AUM priorizados mediante triangulación con las comunidades de la microcuenca del río Chimborazo.

4.5. Evaluación agronómica de árboles de uso múltiple en sistemas agroforestales (SAF's)

4.5.1. Identificación de SAF's

Se identificaron siete SAF's relevantes de la microcuenca, la estructura y funciones de los AUM en los SAF's se observan en el Cuadro 6. Un aspecto importante es que los SAF's se hallan en el estrato bajo, en tanto que en el estrato medio y alto se observaron escasas tecnologías agroforestales en donde no se producía una u otra interacción necesaria para conformar un sistema como lo mencionan Quijandría citado por Proaño (2001) y Nieto *et al.* (2004).

En los SAF's relevantes de la microcuenca, los productos del subsistema agrícola se destinan principalmente al consumo familiar por tradición cultural y por costumbre alimenticia, acorde a lo señalado por PDA-UOCIC (2006) y

Benalcázar e Ibarra (2007) en estudios relacionados. Fabiola Paucar, María Lozano, Janneth Benítez, expresan satisfacción del trabajo que realizan en los huertos y viveros, “... más que un trabajo es para nosotras una alegría porque aquí a la vez que cuidamos del huerto, conversamos con las plantas, los animales y de aquí mismo llevamos para la comida del día...” lo que coincide con el testimonio de Isidoro Quinde, citado por Martínez (2009) “...me siento feliz, vivo una vida dulce y en armonía con la naturaleza y conmigo mismo, porque la visión del mundo que nosotros buscamos recuperar busca lo integral, no se centra sólo en la mente, sino también en el corazón...”.

En el mismo Cuadro 6, se deduce que la estructura agroforestal más común en la microcuenca, la conforman los árboles en linderos (B) con 85.71 %, seguido de las cortinas rompeviento (C) y los árboles en cultivos transitorios (E) con 71.43 %; sistemas silvopastoriles (F) y huertos (I) con 42.88 %, en tanto que las estructuras agroforestales menos comunes fueron la cerca viva (A) y bosquetes (J) con 28.57 %, los cultivos en fajas (G) con 14.29 % y no se observaron prácticas de barbecho o rastrojo.

En el SAF de la comunidad Chimborazo -conformado principalmente por yagual (*P. racemosa*) en terrazas de formación lenta- se observa que los AUM comprenden el 80 % de las tecnologías agroforestales del Cuadro 6, lo que evidencia que la misma estructura de los SAF's permite que los AUM cumplan varias funciones agroforestales. Así también, el SAF silvopastoril de Santa Martha conformado principalmente por quishuar (*Buddleja incana* R&P.), desempeña desde el punto de vista estructural, la función de árboles en linderos y árboles en pasturas. Esto permite comprobar que las alternativas agroforestales son multipropósito desde el punto de vista funcional y estructural.

En los SAF's sobresalientes, los AUM más frecuentes fueron: *i*) yagual (*Polylepys racemosa* H.B.K), *ii*) quishuar (*Buddleja incana* R&P), *iii*) lupino (*Genista monspessulana* L.), *iv*) tilo (*Sambucus nigra* L.) y *v*) colle (*Buddleja coriácea* H.B.K) en diversas combinaciones, asociaciones y arreglos.

Respecto al criterio funcional, se reconocen los siguientes servicios de los AUM: *i*) conservación de suelos, *ii*) aumento en la producción del sistema, *iii*) regulación microclimática, *iv*) impedir el paso de personas y/o animales *v*) delimitación de áreas. No obstante los productos que destacan son la leña (e = 100.00 %), medicinal (d = 85.71 %), materiales de uso artesanal (c = 52.14 %) y forraje o abono verde (a = 42.86 %) y, de acuerdo con Yaguache y Carrión (2000), ello justifica que las leñosas estén plantadas cerca de la casa.

Cuadro 6. Matriz para identificación de SAF's en los cuales se asocian los AUM priorizados en la microcuenca del río Chimborazo.

AUM	SAF												Función del AUM									
	Tecnología agroforestal												Productos					Servicios				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Σ	%*	a	b	c	d	e	v	w	x	y	z
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	80.00	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	30.00	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6	60.00	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
4	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	4	40.00	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	20.00	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
6	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6	60.00	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	40.00	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Σ	2	6	6	3	5	3	1	0	4	2			3	0	4	6	7	7	7	7	7	7
%**	28.57	85.71	71.43	42.86	71.43	42.86	14.29	0.00	42.89	28.57	57.14		42.86	0.00	52.14	85.71	100	100	100	100	100	100

Donde:

	Comunidad. Altitud. Especies dominantes.
1	Comunidad Chimborazo. 3 415 m. <i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.
2	Comunidad Santa Isabel. 3 360 m. <i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pav., <i>Eucaliptus globulus</i>
3	Comunidad Santa Martha. 3 340 m. <i>Genista monspessulana</i> L.
4	Comunidad Santa Martha. 3 340 m. <i>Sambucus nigra</i> L.
5	Comunidad Santa Martha. 3 340 m. <i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pav.
6	Asociación Calera Shobolpamba. 3 280 m. <i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pav., <i>Genista monspessulana</i> L.
7	UCASAJ. 3 340 m. <i>Polylepis racemosa</i> H.B.K., <i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pav., <i>Buddleja coriácea</i> H.B.K.

SAF (Estructura)**		FUNCION*** del AUM	
A	Cerca viva	a	Forraje y/o abono verde
B	Árboles en linderos	b	Productos alimenticios.
C	Barrera rompeviento	c	Materiales de uso artesanal o/e industrial
D	Árboles en contornos o terrazas	d	Medicinal.
E	Árboles en cultivos transitorios	e	Leña.
F	Árboles en pasturas, SSP.		Servicios.
G	Cultivos en fajas	v	Recuperación o conservación de suelos, control de erosión.
H	Barbecho o rastrojo	w	Aumento de la producción del sistema.
I	Huerto familiar	x	Regulación microclimática y/o agua y/o humedad.
J	Bosquete	y	Impedir el paso de personas y/o animales.
		z	Delimitación de áreas en finca y/o entre fincas.

Notación: el valor unitario (1) indica el SAF en el que está el AUM, por lo contrario 0. Los productos o servicios se marca con un signo más (+) o un signo menos (-) según exista o no la función respectiva.

% * Representa el % de SAF en los que interviene cada AUM, el % se calculó respectivamente en base a 10 tipos de SAF, 10 funciones: 5 para productos y 5 para servicios.

% **Representa el % de AUM presentes en cada tipo de SAF, calculado respecto al *n* número de especies priorizadas.

*** En base a Wood y Burley (1995), Montagnini *et al.* (1992 p. 263).

Fuente: Investigación directa, PNF 2009. Formato adaptado de Ospina (2006).

En el Cuadro 7, se aprecia que los SAF's relevantes se encuentran en el estrato bajo y aunque cada uno es una especificidad (Dardón y Morales 2002), existen características agroecológicas similares². La mayoría de SAF's son de propiedad privada y no superan los 15 años de establecimiento, habiendo recibido apoyo para su implementación (57.14 %) y otros son de propia iniciativa de los agricultores (42.86 %).

La superficie de los SAF's varía entre 0.02 a 1.33 hectáreas. Sinchiguano, citado por PDA-UOCIC (2006) expresa que -por diversas causas- se ha incrementado la parcelación de la tierra y el porcentaje de las familias con propiedades de menos de 2 hectáreas en la zona baja, dificultando potenciar el trabajo familiar, realidad que según Añazco (2000b) obliga a contemplar la futura competencia árbol-cultivo en la selección de especies.

Los SAF's relevantes de la microcuenca (Cuadro 7) clasifican como simultáneos (Arévalo 2006), del tipo agrisilvícola (57.14 %), seguidos por los silvopastoriles (28.57 %) y agrisilvipastoriles (14.29 %), de acuerdo a la clasificación citada por Añazco 2000b y -la mayoría involucran linderos³ y cortinas rompeviento⁴. Respecto a las tecnologías agroforestales corresponden a huertos mixtos⁵ que constituyen la más pequeña escala de agroforestería (Wood y Burley 1995), y son un sistema tradicional de uso de suelo en la región andina manejado principalmente por las mujeres (Añazco 2000a, Yaguache y Carrión 2000).

² Características de los suelos en la zona baja de la UOCIC: *i*) textura franco, franco-arenosa y arenosa, *ii*) estructura suelta granular-, *iii*) humedad de 11.61 a 20.85 (%), *iv*) materia orgánica de baja (1.5) a media (3.5), *v*) pH ligeramente ácido 5.9 a neutro 6.9, *vi*) Nitrógeno y Fósforo bajos, Potasio alto (PDA-UOCIC 2006).

³ Los **linderos** son el primer sitio donde el campesino planta árboles en tomo a la vivienda para protegerla del viento y el frío, y proveen productos y servicios- de las especies altoandinas, el yagual, quishuar, capulí, retama y chilco son las más utilizadas porque no compiten agresivamente con cultivos aledaños (Añazco 2000a).

⁴ Las **cortinas rompeviento** son barreras con leñosas plantadas perpendicularmente a la dirección del viento dominante para proteger los cultivos, disminuir la erosión eólica, mantener la humedad y mejorar la productividad (Galloway y Beer, citados por Añazco 2000a).

⁵ El **huerto** permite satisfacer las necesidades de creatividad, conocimiento e identidad; allí las madres enseñan a los hijos e hijas tecnologías de producción y manejo de los subsistemas. “...*Se hace experimentos, a las plantas se les habla y se llena uno de alegría al ver como crece y produce lo que sembramos. Se trabaja, se experimenta y se llena el alma al recibir la energía que brotan...*” (testimonio de Margarita Caraguay, DFC, citada por Añazco 2000a).

Cuadro 7. Tipos y tecnologías de los SAF's relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.

No.	SAF simultáneos*		Propietario	Altitud	Coordenadas UTM		Superficie	Establecimiento	Calif. **	Fecha de registro
	Tipo	Tecnología			m	N				
1	Agrisilvícola	Leñosas en franjas, terrazas.	Silverio Ati Chimborazo	3 415	9 825 869	747 538	0.41	9/apoyo	1	30/09/2008
2	Agrisilvícola	Lindero y protección de quebrada, cortina rompeviento.	Terreno comunitario Santa Isabel	3 360	9 825 676	745 233	0.90	15/apoyo	1	17/09/2008
3	Agrisilvícola	Huerto casero, lindero.	Tobias Ati, Santa Martha	3 340	9 825 774	745 783	0.03	5/propia	2	29/09/2008
4	Agrisilvícola	Huerto casero, lindero.	Antonio Ati, Santa Martha	3 340	9 825 826	745 782	0.02	8/propia	2	26/09/2008
5	Silvopastoril	SSP, lindero, leñosas con pasto.	Tobias Ati, Santa Martha	3 340	9 825 873	745 659	0.38	9/propia	3	13/11/2008
6	Silvopastoril	Leñosas con pasto.	UCASAJ	3 340	9 825 447	746 715	0.70	7/apoyo	1	29/08/2008
7	Agrisilvipastoril	Huerto casero, barrera con cultivos, pastos y/o árboles.	María Lozano y José Gualancañay Shobolpamba	3 280	9 821 913	745 624	1.33	9/apoyo	1	23/10/2009

Notación: *Tipo de SAF's con base en la clasificación de Añazco 2000b y Ospina 2006.

** Escala de calificación de 1 a 5: representando el 1 un prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.5.2. Características del componente leñoso

En el Cuadro 8 constan los SAF's sobresalientes y la densidad del componente leñoso, con las características dendrológicas relevantes -altura, copa y diámetro del fuste (s) y/o de las ramas gruesas- dado que la mayoría son árboles de troncos múltiples, característica principal de las leñosas andinas (Caranqui 2008).

En los SAF's se observa la asociación de 2 a 7 leñosas en una misma tecnología agroforestal y sin un orden específico, aunque prevalecen una o dos especies en función de las condiciones y preferencias locales. En el SAF No. 1 de la comunidad Chimborazo se observa la dominancia del yagual y la complementariedad de especies arbustivas y/o leñosas; en el SAF No. 3 el lupino y en el SAF No. 4 el tilo.

En el mismo Cuadro, se observa la predominancia del quishuar en el estrato bajo, en los SAF. 2, 5, 6 y 7; lo que se puede atribuir: *i*) a los productos y servicios que brinda, *ii*) a la aptitud para conservar el suelo, protección de cuencas, mantener la humedad y la fertilidad (Hofstede y Jongsma 1998, citado por DFC 1998), *iii*) es una especie de copa compacta y rápida propagación, recomendada como rompeviento y mitigador de heladas (SIPCOSEFNA 2004), *iv*) las hojas tiernas se

utilizan para forraje de ovejas (Santa Isabel) y son consumidas por el ganado (Añazco 2000a), por lo que se la considera útil en agroforestería (Loján 1992).

En los SAF's relevantes se reproduce la estructura de múltiples estratos con alta diversidad de especies y sin un orden definido (ver Anexo 10: Figuras 5-11). En la microcuenca, se encontraron hileras, asociaciones simultáneas en pequeñas superficies, donde se incluye la crianza de animales menores, árboles como lindero y cerca viva cumpliendo roles de protección contra el viento y heladas, como hace referencia Añazco (2000a) para la región andina.

Lo expresado, evidencia el conocimiento eco-productivo, así como la adaptación y racionalidad de los sistemas locales de producción (PROFOGAN *et al.* 1992) al desarrollar en forma sincronizada los procesos de reproducción familiar, producción agropecuaria y no agropecuaria, transformación primaria y autoconsumo (Quijandría 2000, citado por Proaño 2001). “...*Cuando recién sembramos el kishwar, pensé que nunca iba a disfrutar de las plantas, pero ahora recojo la leñita de las ramas finas para cocinar. Además, ayudan a retener el agua, abrigan la casa y las hojas sirven de abono porque se pudren y ahí la yerba crece rápido y luego cortamos para darles de comer a los cuyes...*” (María Lozano, Asociación Calera Shobolpamba).

La menor altura promedio de los AUM en los SAF's fue de 1.78 m de la retama, seguido por el lupino (1.79 m), en tanto que la mayor altura registrada fue la del eucalipto en el SAF 2 con 21.11 m lo que se atribuye a la consistencia y origen de las leñosas (Añazco 2000b). El mayor diámetro de la copa se observó en el quishuar del SAF 2 (6.44 m) y el menor diámetro en colle (1.40 m) del SAF 6, debido al manejo otorgado a las leñosas en función del objetivo agroforestal, que para el caso de linderos rompeviento es escaso e incrementa en las silvopasturas para facilitar el acceso de los animales, aunque también influyen los requerimientos fisiográficos y la consistencia de las leñosas.

El componente arbóreo en los SAF's presentó de uno a varios tallos (a 30 cm desde el suelo), así el capulí, malvas y colle presentaron un tallo, seguidos del lupino, quishuar y yagual con 2 a 3 tallos aunque también se observaron ejemplares de hasta 5 tallos y en el caso del marco 6 tallos. Siendo los diámetros sobresalientes 22.76 cm para el caso del capulí, 14.67 cm para el quishuar y el menor diámetro registrado de 2.15 cm en la salvia; características fenotípicas importantes para el manejo, selección y establecimiento de AUM.

Cuadro 8. Densidad y evaluación dendrológica del componente leñoso en los SAF's seleccionados de la microcuenca del río Chimborazo.

No	SAF*	Leñosa		Densidad		Calif.**	Altura	Copa	Ramas gruesas	
		No. #	Nombre científico	#	%				1 ex c, 5 malo	Calculada (m)
1	Chimborazo	1	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	1	1.45	4	2.28	3.00	6	2.86
		2	<i>Salvia macrostachya</i> Kunth.	2	1.45	3	4.44	3.25	4	2.15
		3	<i>Pinus serotina</i> Ehrh.	2	2.90	3	4.55	4.30	1	22.76
		4	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J.	7	10.14	4	3.70	3.37	2	7.58
		5	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pav.	10	14.49	3	5.04	3.40	2	11.92
		6	<i>Sambucus nigra</i> L.	17	24.64	4	5.27	4.33	4	11.24
		7	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	31	44.93	2	4.77	3.33	3	11.26
2	Santa Isabel	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	7	29.17	3	21.11	5.69	1	29.56
		2	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	17	70.83	3	6.16	6.44	5	19.22
3	Asociación Santa Martha Huerto integral "Los Lupinos"	1	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	2	2.45	3	4.28	2.83	2	8.90
		2	<i>Polylepis racemosa</i> H.B. K.	2	3.45	3	4.70	2.06	5	5.38
		3	<i>Sambucus nigra</i> L.	18	31.03	3	5.05	3.40	3	9.20
		4	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J.	36	62.07	3	3.78	2.25	1	7.40
4	Asociación Santa Martha Huerto integral "Los Tilos"	1	<i>Polylepis racemosa</i> H.B. K.	1	1.05	3	3.89	2.30	3	6.05
		2	<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellog.	2	2.10	3	2.90	1.95	1	6.37
		3	<i>Lavatera</i> sp.	3	3.16	2	3.57	1.87	1	8.36
		4	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J.	32	33.68	3	3.06	1.69	2	5.92
		5	<i>Sambucus nigra</i> L.*	57	60.00	3	3.56	1.46	2	5.68
5	Asociación Santa Martha	1	<i>Buddleja coriacea</i> H.B. K.	1	2.63	5	5.09	1.40	1	9.99
		2	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	37	97.37	3	4.38	2.92	2	12.82
6	UCASAJ	1	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	4	5.63	1	4.03	4.05	3	13.18
		2	<i>Buddleja coriacea</i> H. B. K.	20	28.17	2	3.62	3.68	2	11.46
		3	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	22	30.99	1	4.46	3.33	4	11.44
		4	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	25	35.21	2	2.83	2.89	3	8.76
7	Asociación Calera Shobolpamba	1	<i>Polylepis racemosa</i>	2	1.96	3	2.17	3.39	2	14.82
		2	<i>Spartium junceaum</i> L.	2	1.96	2	1.78	4.53	4	9.81
		3	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J.	34	33.33	1	1.79	1.27	2	2.69
		4	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	64	67.74	3	2.86	4.11	4	14.67

Notación: *En los SAF's se evaluó el 30 % de las leñosas tanto para aquellas en hileras discontinuas como para los SAF's más homogéneos como el de la UCASAJ; en el SAF 4 se evaluó el 70 % del tilo.

** Escala de calificación de 1 a 5: representando el 1 un prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2008.

4.5.3. Biomasa del componente leñoso

En el Cuadro 9 se observa la altura, el hábito de crecimiento (proporción entre altura y la longitud de la rama más larga), la estimación de biomasa aérea total en base a la sumatoria de la biomasa de los tres componentes (fuste o ramas gruesas, ramas delgadas, hojas y flores en el caso de *Sambucus nigra*). La forma o hábito

de crecimiento de los AUM priorizados en SAF's es igual o mayor a 0.8 lo que denota que las especies son de tipo de crecimiento más arbóreo que arbustivo (Jara 1998) y determina la idoneidad de las especies para emprendimientos y alternativas agroforestales locales. La clasificación general de AUM es refutada por Wood y Burley (1995), que consideran los AUM inclinados y con frecuencia de troncos múltiples y arbustivos.

En los SAF's del estrato bajo de la microcuenca, se estimó la biomasa aérea del yagual, lupino, tilo, quishuar y colle, que corresponden a diferentes arreglos en sistemas agrisilvícolas: huertos caseros (SAF 1, 3, 4), dos sistemas silvopastoriles (SAF 5 y 6) y un agrisilvipastoril (SAF 7). El tilo de 11 años de establecido acusó la mayor cantidad de biomasa aérea (74 670.60 kg/ha) en el SAF 4; en el mismo SAF, el lupino acusó 31.23 % menos biomasa que en el SAF 3 debido a la diferencia de edad de las leñosas, así el lupino en el SAF 4 de 3 años de establecido y en el SAF 3 de 6 años, aproximadamente.

En el SAF 1 el yagual acusó 12 102.60 kg/ha en tanto que en el sistema silvopastoril de la UCASAJ, González (2009) reporta valores superiores (16 269.37 kg/ha), lo que ocurre también con el colle (en el SAF 6 con 3 013.33 kg/ha inferior a los 11 876.64 kg/ha). En el sistema 5 y 7 se obtuvo valores similares para el quishuar (9 262.98 y 8 751.48 kg/ha, respectivamente), comparables con el reporte del mismo autor de 9 436.23 kg/ha. Se deduce que esas diferencias están directamente relacionadas con la densidad de leñosas en función del diseño del SAF, la edad y el manejo en cada sistema.

Cuadro 9. Biomasa aérea de los AUM evaluados en SAF's relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.

No. SAF	Leñosa							Biomasa (kg)					
	Nombre local	Ramas gruesas			Hábito*	Diámetro de la copa (m)	No./SAF	kg/ha	kg/leñosa	Ramas gruesas	Ramas Delgadas	Hojas	Flores
		Altura (m)	Diámetro (cm)	No.									
1	yagual	8.19	4.55	2	1.0	3.33	103	12 102.60	48.02	38.34	5.77	3.92	
3	lupino	3.60	3.68	2	1.0	1.69	120	62 120.00	15.53	7.86	4.00	3.67	
4	lupino	3.47	9.54	4	0.9	2.25	60	42 720.00	14.24	6.42	4.76	3.07	
4	tilo	4.02	4.08	3	0.8	1.46	81	74 670.00	18.34	12.91	3.56	1.88	0.51
5	quishuar	3.21	3.79	5	0.8	2.92	123	9 262.98	28.54	17.21	6.23	5.10	
6	colle	3.83	4.35	4	0.9	3.68	67	3 013.33	31.64	22.43	5.08	4.12	
7	quishuar	5.53	5.67	2	0.9	4.11	213	8 751.48	54.56	38.51	8.74	7.31	

Notación: *proporción entre la altura y la longitud de la rama más larga (Jara 1998).

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.5.4. Descripción de sistemas agroforestales en la microcuenca del río Chimborazo

4.5.4.1. Sistema agrisilvícola Santa Isabel

La biomasa aérea y rendimiento aprovechable permitieron establecer relaciones de rendimiento en condiciones de sombreado, competencia e influencia en el microclima de las asociaciones agroforestales en el área de interfase de los SAF's y el cultivo. Al respecto, Wood y Burley (1995) indican que aunque los agricultores utilicen una especie en particular, no implica que sea adecuada para determinada tecnología agroforestal.

En el SAF comunitario de Santa Isabel (Anexo 10, Figura 6 y Fotografía 2) existen aproximadamente 35 beneficiarios directos y 48 beneficiarios indirectos que mantienen prácticas culturales como la minga y aplican el manejo integrado de los cultivos. Se evaluó el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Superchola) en interacción con -la cortina rompeviento y lindero de- eucalipto y quishuar.



Fotografía 3. Evaluación en la interfase árbol-cultivo, SAF Santa Isabel.

Se observa en el Cuadro 10 que la biomasa aérea, biomasa de tubérculos y rendimiento del cultivo solo fue 50.66 % mayor que en la interacción con eucalipto (que abarca el 29.17 % del componente leñoso en el SAF, Cuadro 8) y 54.29 % mayor que con quishuar (70.83 % del componente leñoso), lo que se puede atribuir a que: *i*) dependiendo de la ubicación y orientación árbol-cultivo, la sombra de los árboles puede retardar los procesos fisiológicos en el cultivo.

ii) la cortina y lindero tanto de quishuar como de eucalipto están ubicados al este del área cultivable del SAF, lo que genera en la interfase condiciones de sombreado matutino al cultivo del eucalipto y vespertino del quishuar. La sombra del eucalipto y del quishuar, influyen negativamente en la biomasa aérea, biomasa de tubérculos y el rendimiento (Cuadro 10), al comparar éstos valores con los del cultivo solo la biomasa de tubérculos fue del 50.47 % para el eucalipto y 48 %, para el quishuar, valores inferiores al cultivo solo.

iii) Lo anterior forma parte del escaso manejo de las leñosas. El eucalipto alcanza una altura promedio de 21.11 m y el quishuar 6.16 m (Cuadro 8) y un diámetro promedio de copa de 6.44 m y 5.69 m, respectivamente. Se deduce una interacción negativa leñosa-cultivo para la biomasa y rendimiento, y aunque la literatura recomienda éstas especies para las tecnologías del SAF (Añazco 2000b), sin embargo, los resultados reflejan que la ubicación es también un factor importante en el establecimiento de alternativas agroforestales (Nieto *et al.* 2004). Respecto a las enfermedades del cultivo de papa, la interferencia resulta positiva, debido a que en la interfase la lancha de la papa (*Phytophthora infestans*) presentó menor severidad que en el cultivo solo, lo que podría relacionarse con la generación de factores ambientales desfavorables para la diseminación de zoosporas en el área de interfase.

Cuadro 10. Biomasa aérea y rendimiento promedio de los cultivos en el SAF de la comunidad Santa Isabel, microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Biomasa*		Rendimiento	Plagas y enfermedades**	Días a la floración	Días a la maduración
	Follaje	Tubérculos				
	x (kg/ha)	x (kg/ha)				
sólo papa	1 126.43	6 183.88	28.11	Pi (31)	126	187
interfase eucalipto	1 011.29	3 120.76	13.37	Pi (22)	130	187
interfase quishuar	429.39	2 944.51	12.85	Pi (25)	133	187

Notación: Variedad de papa cultivada Superchola, fecha de siembra 13 mar. 2008, Semilla: 38 sacos, *Valores expresados en base seca, fecha de cosecha 17 ago. 2008. **Enfermedad Pi = *Phytophthora infestans*.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.5.4.2. Sistema agrisilvícola “Los Lupinos”

En el Huerto integral familiar “Los Lupinos” del Sr. Tobías Ati, comunidad Santa Martha (Anexo 10, Figura 7, Fotografía 4 y 5) existe alta densidad y diversidad de plantas y se practica el manejo natural y ecológico (Suquilanda 2003). Se evaluó la biomasa aérea y rendimiento de las hortalizas representativas del huerto: acelga

(*Beta vulgaris* L. var. cicla que comprende un 20 % del componente herbáceo), coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. Botrytis un 20 % de las herbáceas), col (*Brassica oleraceae* L. un 30 % de las herbáceas) y pasto para corte (*Lolium perenne*), a campo abierto y en interacción con lupino.

En el Cuadro 11, se aprecia que la biomasa aérea y rendimiento de la col y la coliflor en la interfase con lupino (que comprende el 62.07 % del componente leñoso en el SAF, Cuadro 8) y tilo (31.03 % del componente leñoso) fue superior respecto al cultivo solo, debido probablemente a que las leñosas mantienen un microclima apropiado para el desarrollo de éstas hortalizas. Según Suquilanda (2003) la coliflor es muy sensible a la falta de humedad y aún más si está formando la pella, y al estado de la cosecha no es tan resistente a las variaciones de temperatura como el repollo.

Se evidencia el manejo de leñosas mediante podas de formación, principalmente en lupino con altura promedio de 3.78 m y el tilo 5.05 m (Cuadro 8) y un diámetro promedio de copa de 2.25 m y 3.40 m (Cuadro 7), respectivamente; lo que genera condiciones apropiadas para el desarrollo de los cultivos. Se detecta la influencia positiva del lupino en la interfase con coliflor y col y, negativa en el caso de la acelga y pasto, sin embargo, la biomasa aérea del subsistema hortaliza-lupino sería ostensiblemente superior a la biomasa aérea del subsistema hortaliza.

Cuadro 11. Biomasa y rendimiento de los cultivos en el Huerto integral “Los Lupinos”, microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Biomasa aérea*	Rendimiento
	x (kg/ha)	x (TM/ha)
sólo col verde	3 014.86	32.04
interfase lupino	3 533.09	45.36
sólo coliflor	2 991.51	31.75
interfase lupino	4 749.44	48.48
sólo acelga	1 700.45	22.40
interfase lupino	1 169.89	12.02
sólo pasto	2 828.71	21.00
interfase lupino	2 362.76	19.00

*Valores expresados en base seca.

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

4.5.4.2. Sistema silvopastoril “Santa Martha”

El Sistema silvopastoril “Santa Martha” de la Sra. Bárbara Paucar, comunidad Santa Martha (Anexo 10, Figura 8 y Fotografía 6) constituye una pastura

naturalizada donde se practica el pastoreo controlado por sogueo y ocasionalmente corte, la composición botánica promedio de la interfase reveló un 46 % de ryegrass perenne (*Lolium perenne*), seguido del trébol (*Trifolium repens* L.), pasto azul (*Dactylis glomerata* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) y cebadilla (*Bromus catharticus*); y para la pastura un 40 % de ryegrass, trébol blanco, cebadilla y pasto azul.

En el área de interfase con quishuar se obtuvo una biomasa y rendimiento superiores a lo obtenido a campo abierto (Cuadro 12), lo que probablemente se debe a que la cortina rompeviento y a la vez lindero del SAF están ubicadas al oeste de la pastura y no generan sombra matutina, por tanto no existe interferencia negativa por luz, al contrario, la pastura se beneficia de la materia orgánica producida por la hojarasca de los árboles de quishuar y del microclima que generan, objetivos específicos de un sistema silvopastoril (Ruso 1994, Gómez *et al.* 1996, Pezo *et al.* 1999 citados por Nieto *et al.* 2004).

Cuadro 12. Biomasa y rendimiento de los cultivos en el sistema silvopastoril de la comunidad Santa Martha, microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Biomasa aérea*	Rendimiento	Composición botánica (%)				
	x (kg/ha)	x TM/ha	Alfalfa	Ryegrass	Trébol blanco	Pasto azul	Cebadilla
interfase quishuar	2 357.34	10.760	10	46	24	21	13
sólo pastura naturalizada	1 915.54	10.400	0	40	37	9	14

*Valores expresados en base seca.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.5.4.4. Sistema agrisilvícola “Los Tilos”

En el Huerto integral familiar “Los Tilos” del Sr. Antonio Ati, comunidad Santa Martha (Anexo 10: Figura 9, Fotografía 7), la densidad del componente leñoso es alta y en el componente herbáceo es baja, existe una alta diversidad y se practica el manejo natural y ecológico. Se evaluó la biomasa aérea y rendimiento de las hortalizas representativas del huerto: col morada (*Brassica oleraceae* var. red rock M.) que comprende el 20 % del componente herbáceo en el SAF), coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. botrytis, 20 %) y el pasto (*Lolium perenne*, 15 %), la diferencia comprenden las plantas medicinales (15 %) y el suelo preparado corresponde al 30 % restante.

En el Cuadro 13, se aprecia que la biomasa aérea y rendimiento de la col morada, pasto y coliflor en la interfase con tilo (que abarca el 60.00 % del componente leñoso en el SAF, Cuadro 11) y lupino (33.68 % del componente leñoso) fue menor respecto al cultivo solo. Se evidencia el manejo de leñosas mediante podas

de formación, así el tilo (Cuadro 8) alcanza una altura promedio de 3.56 m y el lupino 3.06 m y un diámetro promedio de copa de 1.46 m y 1.69 m, respectivamente. No obstante un factor clave es la sombra generada alrededor del área cultivable debido probablemente a la ubicación del componente leñoso en orientación norte, sur y oeste y, por una infraestructura ubicada al este- que afecta negativamente a los cultivos y aún más en el área de interfase.

Adicionalmente, los propietarios del SAF no realizan la poda de raíces, únicamente evitan cultivar cerca de los árboles (área de interfase) porque asumen la competencia del sistema radicular de las leñosas con los cultivos; al respecto, Añazo (2000b) y Loján (2003) argumentan que la población rural poda los árboles de tilo y evita la cercanía a los cultivos debido a las raíces grandes y a la sombra que generan, por tanto es fundamental la selección y manejo de la leñosa así como de los cultivos y/o pastos en función del microclima, competencia por nutrimentos y tolerancia a la sombra.

Cuadro 13. Biomasa aérea y rendimiento de los cultivos en el Huerto integral “Los Tilos” de la microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Biomasa aérea*	Rendimiento
	x (kg/ha)	x (TM/ha)
sólo col morada	9 474.48	105.18
interfase tilo	8 863.05	91.29
sólo pasto	3 222.95	20.41
Interfase tilo	921.14	6.24
sólo coliflor	5 407.27	72.58
Interfase tilo	4 855.75	58.40

*Valores expresados en base seca.

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

4.5.4.5. Sistema silvopastoril UC ASAJ

El sistema silvopastoril (SSP) de la UCASAJ (Anexo 10, Figura 10, Fotografía 8) fue establecido en el 2001 con objetivos de investigación/demostración agroforestal, en donde se aplica el manejo integrado. El SAF está constituido por árboles –quishuar, yagual, colle- dispersos en un lote de 0.7 ha con una densidad de 400 árboles por hectárea (Cuadro 8) y una pastura naturalizada en donde se practica el pastoreo controlado. En la composición botánica de la pastura (establecida en el 2005), predomina el pasto azul (*Dactylis glomerata* L.), ryegrass anual y perenne (*Lolium multiflorum* Lam. y *Lolium perenne*), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y de acuerdo a González (2009), en la pastura naturalizada degradada (establecida en 1993) predominan algunas nativas como el (*Holcus lanatus*), grama (*Paspalum* sp.), diente de león (*Taraxacum officinale*) y lengua de vaca (*Rumex crispus* L.).

A pesar de las diferencias numéricas (Cuadro 14), no parece existir efecto sobre la cantidad de materia seca, biomasa aérea y rendimiento de la pastura, en yagual, quishuar y colle. El hecho de que la pastura naturalizada reflejara un valor sensiblemente más alto de biomasa se debe al mayor contenido de materia seca respecto de las otras alternativas. Los resultados de ésta investigación responden a la evaluación de biomasa en un área de interfase árbol-cultivo de 2 m con el manejo otorgado por el pequeño productor.

En éste SSP, en la época lluviosa, con cortes sistemáticos y considerando un área de interfase de 3 m, González (2009) obtuvo la mayor cantidad de biomasa de pastos en el subsistema colle (2 513.12 kg), seguido de yagual (2 468.85 kg) y quishuar (2 215.77 kg) y para la pradera natural la menor cantidad (958.94 kg de MS); en el corte correspondiente a la época seca existió la misma tendencia, con menores rendimientos. Según el mismo autor, atribuye la diferencia en el rendimiento de materia seca a la composición y manejo técnico de los SSP (fertilizaciones, cortes de igualación, dispersión de heces), respecto a la pradera natural manejada como lo hace el pequeño productor (Grijalva *et al.* 2004).

Otros estudios han demostrado que el uso de árboles en potreros permite obtener mayores cantidades de biomasa respecto a pasturas en monocultivo (Benavides *et al.* 1994, Camero 1996, Giraldo 1996, Mahecha 2003 citados por Pérez 2006); siendo las condiciones agroecológicas, densidad, especies, estructura y principalmente el manejo de la cobertura vegetal los que determinan los efectos positivos en la asociación de árboles y pasturas (Benavides *et al.* 1994, Mahecha 2003 citados por Pérez 2006).

Cuadro 14. Biomasa y rendimiento del componente herbáceo en el sistema silvopastoril de la UC ASAJ en la microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Materia seca	Biomasa aérea*	Rendimiento	Composición botánica (Porcentaje promedio)		
	x (%)	x (kg/ha)	x (TM/ha)	Ryegrass	Trébol blanco	Pasto azul
interfase quishuar-pastura	20.62	2 303.91	11.14	46	24	21
interfase yagual-pastura	20.77	2 348.72	11.36	57	33	17
interfase colle-pastura	21.13	2 213.86	10.56	77	21	10
sólo pastura naturalizada degradada	26.68	3 228.49	12.17	40	27	37

Notación: En la composición botánica de la pastura naturalizada degradada, el 40 % corresponde a llantén, lengua de vaca, orejuela, diente de león y totorilla. El 27 % a la especie predominante: grama y el 37 % a la especie predominante: holco. * Valores expresados en base seca.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.5.4.6. Sistema agrisilvipastoril “Calera Shobolpamba”

En el Huerto “Calera Shobolpamba” de la Sra. María Lozano y Sr. José Gualancañay (Anexo 10: Figura 11, Fotografía 9) existe baja densidad de plantas y se practica el manejo natural y ecológico bajo el cuidado de la mujer, como en muchos lugares donde los árboles están integrados a las actividades agrícolas de subsistencia y a los sistemas tradicionales agroforestales según FAO *et al.* (1991) citados por Thrupp y Mayorga (2005).

Se evaluó la biomasa aérea y rendimiento de las hortalizas representativas del huerto: acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla), col morada (*Brassica oleraceae* var. red rock M.), col verde (*Brassica oleraceae* L.) que comprendían cada una el 10 % del componente herbáceo en interacción con lupino (menos de un año de establecido) y la pastura naturalizada degradada comprendía el 40 % del SAF en interacción con quishuar (12 años de establecido). Bajo condiciones de escaso manejo de leñosas, el quishuar alcanzó 2.86 m de altura promedio y 4.11 m de diámetro promedio de la copa (Cuadro 11), en tanto que la altura promedio del lupino (con aproximadamente 8 meses de establecido) fue de 1.79 m y 1.27 m de diámetro (Cuadro 8).

En el Cuadro 15, se aprecia que la biomasa aérea y rendimiento de la col verde fue superior al de la col morada, aunque prácticamente la acelga duplica éstos valores. No se distinguió interacción alguna en debido a que las hortalizas estuvieron fuera del área de interfase con lupino (33.33 % del componente leñoso en el SAF, Cuadro 8) dado que los productores evitan cultivar cerca a los árboles (interfase), inclusive de los recién plantados. Al respecto, Nieto *et al.* (2004) expresan que las leñosas en las etapas juveniles, no generan competencia con los cultivos. Adicionalmente, tampoco se excluye el efecto de los árboles en la regulación del microclima como lo mencionan Jiménez *et al.* (2001).

Cuadro 15. Biomasa y rendimiento promedio de los cultivos en el SAF agrisilvipastoril Calera Shobolpamba en la microcuenca del río Chimborazo.

Subsistema	Biomasa aérea*	Rendimiento
	kg/ha	TM/ha
sólo col verde	4 953.43	60.17
sólo col morada	4 608.93	57.33
sólo acelga	8 554.62	49.00
sólo pastura	1 766.50	9.50
interfase pastura-quishuar	658.57	7.50

*Valores expresados en base seca.

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

La opinión local afirma que “...el quishuar en verano cuando caen las hojas es como abono y no ha afectado a los cultivos, porque aquí hemos tenido desde zanahoria, maíz, haba, papa y cebada, pero no ha pasado nada...” (José Gualancañay, Asociación Calera Shobolpamba). Sin embargo, se produjo una interacción negativa en la producción de biomasa aérea y el rendimiento de la pastura naturalizada degradada con quishuar (67.74 % del componente leñoso) en el área de interfase.

4.6. Análisis de la fracción de carbono en el componente leñoso.

Se evaluó la fracción de carbono en el componente leñoso de los SAF's sobresalientes (Anexo 11 y Cuadro 16) y se obtuvo del 54.77 al 56.80 % por AUM. En el Gráfico 1 y el Anexo 11, el contenido de carbono promedio en ramas gruesas en todas las especies, (57.07 %) es superior al de ramas delgadas (56.62 %), hojas (54.37 %) y, para el caso del tilo al de las flores (52.20 %), debido principalmente a diferencias estructurales. Del cálculo de la cantidad de carbono fijada por los AUM en cada SAF resultaron cantidades variables en función de las características estructurales y funcionales de los mismos (Cuadros 7, 8 y 9).

Cuadro 16. Carbono fijado por los AUM de los SAF's relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.

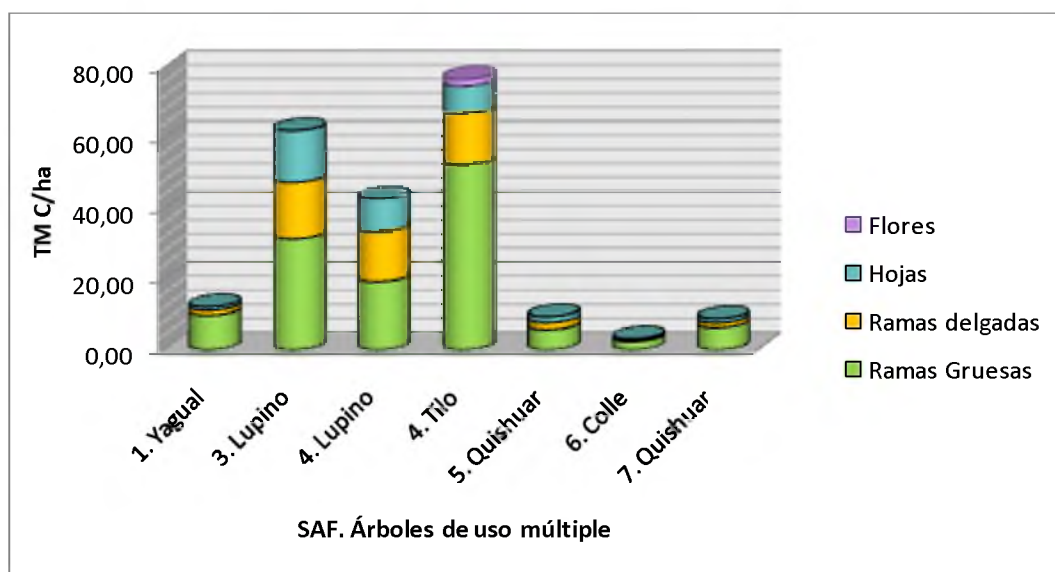
No.	Nombre local	Biomasa leñosa aérea		Fracción de carbono	Carbono (C)
		kg/leñosa	kg/ha	%/árbol	TM C/ha
1	yagual	48.02	12 102.60	55.52	6.72
3	lupino	14.24	62 120.00	56.80	35.28
4	lupino	15.53	42 720.00	55.98	23.91
4	tilo	18.34	74 670.00	55.61	41.52
5	quishuar	28.54	9 262.98	54.77	5.07
6	colle	31.64	3 013.33	56.71	1.71
7	quishuar	54.56	8 751.48	55.74	4.88

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

En el mismo cuadro, el tilo y lupino en el SAF “Los Tilos” y el lupino en SAF “Los Lupinos”, secuestran la mayor cantidad de C, variable directamente relacionada con la biomasa de la leñosa. El lupino del SAF “Los Lupinos” y colle del SAF UCASAJ presentaron el mayor porcentaje de C (56.80 y 56.71 %, respectivamente), éstos valores son mayores a los resultados de González (2009) con 54.7 % en yagual, 54.5 % en colle y 54.1 % en quishuar. Por su parte otros autores (Brown y Lugo 1984, citados por Andrade e Ibrahim 2002, IPCC 2001) consideran la fracción de carbono en materia seca del 50 % para todas las especies.

Se deduce que el carbono fijado en el componente leñoso está directamente relacionado con la especie, edad, características fenotípicas, arreglo agroforestal y manejo del componente. Así el sistema agrisilvícola Huerto integral “Los Tilos” (SAF 4) fijó la mayor cantidad de carbono por hectárea (41.52 TM C/ha, seguido del lupino, yagual, quishuar y colle; lo que se suma a los estudios que demuestran que los SAF’s pueden reducir las emisiones de carbono (C) atmosférico⁶ principalmente por la asimilación del CO₂ en la biomasa arbórea (Brown y Lugo 1984, citados por Andrade e Ibrahim 2002, IPCC 2001).

Habría una relación directa entre el tiempo de establecimiento de la leñosa, así como entre la densidad de la leñosa por sistema (Cuadro 7) y la cantidad de C fijado por hectárea, considerando que éste valor es acumulado en función del manejo de las leñosas por parte del pequeño agricultor. Así, las 6.72 TM C/ha/año fijadas por yagual en el sistema agrisilvícola del Sr. Silverio Ati (Anexo 10, Figura 5, Fotografía 1) superan las 3.5 TM C/ha/año que fijan los yaguales en remanentes boscosos de los páramos, según reportes de varios autores (Heredía y Hofstede 1999, Medina y Mena 1999).



Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

Gráfico 1. Carbono fijado en los árboles de uso múltiple de los sistemas agroforestales relevantes en la microcuenca del río Chimborazo.

Lo expresado, evidencia que las actividades agroforestales pueden ser implementadas para mitigar el calentamiento global (IPCC 2001) y acceder a una posible compensación por servicios ambientales, como parte constitutiva del Plan Nacional Forestal y la proyección de beneficios económicos (MAGAP 2007). No obstante, otros autores (Snowdon *et al.* 2001, citados por Andrade e Ibrahim 2002) mencionan que lo óptimo es reportar la cantidad de carbono total que captura el SAF debido a que el C del ecosistema usualmente está fraccionado en

⁶ Anualmente una persona emite 7.5 t C/ha (MAGAP 2007).

cuatro componentes principales: biomasa sobre el suelo, hojarasca, sistemas radiculares y carbono orgánico en el suelo.

4.7. Cantidad de leña recolectada

Las familias de la microcuenca prefieren la leña de chilca, seguida de las especies que se priorizaron en los SAF's: yagual, quishuar, lupino, tilo y colle. Las mujeres saben el tipo de leña que se combustiona más lentamente y cuál le dá realce al sabor de los alimentos como lo expresan Thrupp y Mayorga (2005) y algunos testimonios. "...las hojas de pino y eucalipto queman rápido, pero el sabor de la comida es mejor con las hojas de chilca, aunque al compararla con el yagual, rinde la mitad de la carga... (Casacóndor). ...Para mi, la mejor leña es la del yagüil y la del quishuar, el colle no me gusta porque es como caucho..." (Shobolpamba). Es precisamente el valor calorífico el que se relaciona con la calidad y producción de leña (Wood y Burley 1995), siendo de 7.5 kcal/kg en el carbón de yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K) y 7.3 Kcal/kg para quishuar (*Buddleja incana* R&P.) según reportes de Cotrina y Padilla, citados por Loján 1992.

La leña recolectada en los SAF's se relaciona directamente con las características dendrológicas de la leñosa (Cuadro 7, 8) y la biomasa (Cuadro 9). En el Cuadro 17 se observa que la mayor cantidad de leña aporta el tilo en el SAF "Los Tilos" y el lupino en el SAF "Los Lupinos". Sin embargo de acuerdo a las preferencias locales, las especies más promisorias son el yagual con 11.12 TM/ha en el SAF Huerto integral "Los yaguales" y el quishuar con un promedio de 7.6 TM/ha en el SAF Asociación Saanta Martha y Calera Shobolpamba, valores que difieren de los resultados de González (2009) para quishuar, colle y yagual con 1.5, 3.3 colle y 7.8 TM/ha respectivamente en el SAF "UCASAJ", considerando que son reportes anuales, a diferencia de los valores acumulados obtenidos en ésta investigación, que responden al aprovechamiento ocasional de leña que realiza el pequeño agricultor.

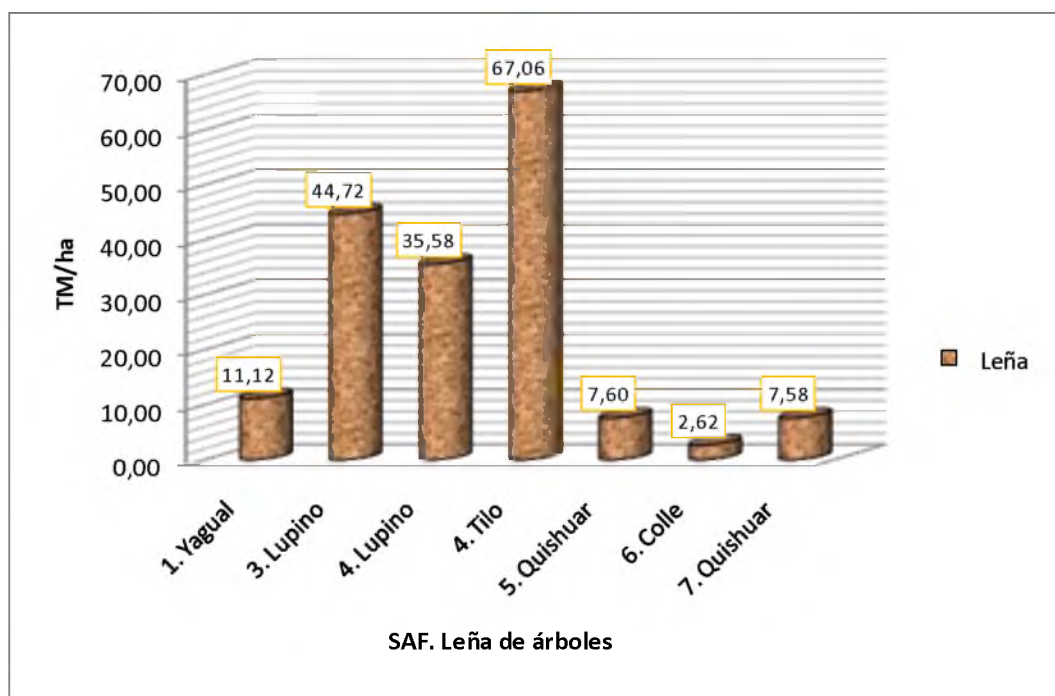
Cuadro 17. Cantidad de leña de los AUM en los SAF's relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.

No.	AUM	Biomasa para leña	Leña
	Nombre local	kg/AUM	TM/ha
1	yagual	44.11	11.12
3	lupino	11.18	44.72
4	lupino	11.86	35.58
4	tilo	16.47	67.06
5	quishuar	23.43	7.60
6	colle	27.52	2.62
7	quishuar	47.25	7.58

Notación: cálculo para leña con base en la biomasa leñosasa de ramas gruesas y ramas delgadas en función del uso local.

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

La cantidad de leña que se podría obtener de un SAF en terrazas (Cuadro 7 y 8), en materia seca (factor = 0.5) triplica las 3.5 TM de leña que se obtendrían de las podas en un lindero de yagual (de 1 km de longitud, a 0.6 m de distancia entre plantas y una altura de 2.5 a 3 m (Padilla 1995, citado por Loján 1992 y 2003); de ahí que las asociaciones agroforestales podrían disminuir la presión sobre los relictos de AUM en la microcuenca, conociendo que dos tercios de la población rural consume carbón o leña⁷ como combustible (Fundación Natura, citada por DDA y UICN 1993). En el Gráfico 2, se puede observar la cantidad de leña recolectada en los SAF⁷s relevantes de la microcuenca.



Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

Gráfico 2. Cantidad de leña recolectada en un aprovechamiento de poda ocasional, en sistemas agroforestales relevantes de la microcuenca del río Chimborazo.

4.8. Valor nutritivo de árboles con aptitud forrajera

La población rural de la microcuenca utiliza el lupino, tilo, y ocasionalmente la malva, como fuentes de alimento para cuyes, ovinos y bovinos. Los agricultores utilizan directamente el follaje para alimentación de animales, uso medicinal, o las ramas para leña, lo que según Nieto *et al.* (2004), constituye una práctica común en las comunidades andinas. Al respecto, investigaciones relacionadas (Blanco *et*

⁷ De los 9.7 millones de m³ de madera consumidos, 3.5 correspondieron al consumo de leña, proveniente del bosque nativo 8.5 millones de m³ y 1.2 millones de m³ de las plantaciones (reporte INEFAN 1995).

al.⁸ 2005, Barreto y Chamorro⁹ 2005) reportan que la inclusión de AUM en follaje verde o ensilaje -como suplemento energético proteico- puede mejorar la productividad y proporcionar una alternativa innovadora y económicamente viable para la alimentación animal.

En linderos y caminos de las comunidades, se observó el ramoneo¹⁰ en lupino y tilo (Fotografía 10), siendo aparentemente más frecuente para la primera especie, lo que se relaciona probablemente con la calidad del forraje (Anexo 12 y 14), donde por la digestibilidad, contenido proteico, energético y fibra de acuerdo con lo expresado por Estrada (2002). “... los borregos roban las hojas de los alfalones porque les gusta, por eso cuando recién se planta es difícil mantener las plantas y hay que cuidarles mucho...” (Ana Chagñay, Pisicaz).



Fotografía 10. Ramoneo de tilo y lupino en lindero, Santa Martha.

El valor nutricional promedio de hojas de lupino medianamente maduras reportó valores altos de proteína y energía, lo que define un estado ideal para corte en comparación con las hojas tiernas o maduras (Anexo 12). La calidad nutricional del lupino de aproximadamente 8 meses fue mejor que la de 6 años de establecido y está determinada por la madurez y la edad de las leñosas, según la población rural “... las hojas tiernas son alimento para los cuyes y conejos...” (Pisicaz, Calera Shobolpamba); con la edad de la planta incrementa la producción de

⁸Blanco, G. *et al.* 2005. Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. CORPOICA. Bogotá, CO. Vol. 6 No. 2. 5 p. (comunicación personal M.Sc. Raúl Ramos, INIAP - PNF 2009).

⁹ Barreto, C. y Chamorro, D. 2005. Evaluación Nutricional de *Sambucus nigra* en tres frecuencias de corte asociado con *Pennisetum clandestinum* y predicción de respuesta animal de hatos lecheros de Cundinamarca aplicando el sistema CNCPS. Bogotá, CO. (comunicación personal M.Sc. Raúl Ramos, INIAP - PNF 2009).

¹⁰ En Ecuador, el ramoneo es común en acacias y aliso (Carlson citado por Nieto *et al.* 2004) y la retama se utiliza como alimento de animales menores (Carlson y Añazco citados por Nieto *et al.* 2004).

materia seca, la producción de tallos y el contenido de fibra, a la vez que disminuye la proteína y carbohidratos no estructurales y por tanto la digestibilidad, el consumo y la producción animal, de acuerdo con Estrada (2002), Paladines (2004) y González (2009).

En malva las partes tiernas presentaron los valores más altos de proteína (Anexo 13), lo que deriva una relación indirecta entre el porcentaje de proteína, digestibilidad, consumo y la edad del forraje, como lo explica Estrada (2002) y confirma la intuición de los agricultores para utilizar las partes más tiernas de la planta como forraje.

El análisis del tilo reportó los valores más altos de proteína y energía, siendo las partes mediamente maduras de la planta las de mejor calidad forrajera (Anexo 14) y las que los agricultores utilizan ocasionalmente como fuente de alimento para los animales (Fotografía 11), lo que está relacionado con reportes de la calidad nutricional tilo-aliso y la alta aceptación por vacas de ordeño (Cárdenas s.f.¹¹).



Fotografía 11. Bovino consumiendo tilo, comunidad Santa Martha.

En el cuadro comparativo (Cuadro 18) -del grupo de leñosas- el lupino reportó el mayor contenido de materia seca, fibra, energía metabolizable y menor proteína, lo contrario ocurre en el tilo, de allí que según Barreto y Chamorro (2005)¹² comparado con otras leñosas forrajeras, el tilo aporta más nutrientes para los sistemas de producción de leche.

¹¹Cárdenas R., E. s.f. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia Universidad Nacional de Bogotá, CO (comunicación personal M.Sc. Raúl Ramos, INIAP - PNF 2009).

¹² *Íbid* (°).

En el mismo Cuadro, al relacionar los AUM con la alfalfa¹³ y con la pastura naturalizada degradada¹⁴, el tilo presentó el mayor porcentaje de proteína cruda, seguido de la malva, alfalfa, lupino y finalmente la pastura, lo que demuestra que las leñosas altoandinas seleccionadas en SAF's de la microcuenca pueden ser utilizadas como forraje entre las opciones agroforestales para la protección de cuencas y suelos degradados (Jiménez *et al.* 2001), considerando que el ganado en épocas de escasez de pasto en muchas partes de los Andes depende del forraje proveniente de árboles y arbustos (Nieto *et al.* 2004).

El lupino reportó el mayor valor promedio de energía metabolizable (2.71 Mcal/kg)¹⁵ seguido de alfalfa (2.67 Mcal/kg), malva (2.41 Mcal/kg), tilo (2.37 Mcal/kg) y finalmente la pastura naturalizada degradada (2.05 Mcal/kg). En cuanto a la fibra, el lupino reportó un porcentaje similar al de la alfalfa, con una diferencia de 7 puntos porcentuales superiores a la malva y tilo, lo que podría indicar un consumo voluntario menor respecto a éstas dos últimas especies como lo expresa Estrada (2002), sin embargo, es necesario considerar el rápido crecimiento, fijación de nitrógeno y capacidad de rebrote que pueden beneficiar a los cultivos plantados en asociación (Añazco 2000b, Torquebieau e ICRAF 1993).

Por otra parte, el nivel de calcio fue menor en lupino y en la malva alcanzó el valor más alto (2.24 %), el tilo reportó un valor intermedio de calcio y alto de fósforo, facilitando -con otros elementos esenciales- la absorción intestinal y digestibilidad de la fibra (Church *et al.* 1969 citados por Estrada 2002) por lo que deben ser considerados -principalmente los valores altos de calcio- en la formulación de dietas ante una posible interferencia en la utilización de otros minerales importantes en la función reproductiva (Barreto y Chamorro 2005¹⁶).

¹³ La alfalfa es la leguminosa más utilizada como forraje en el país (Nieto *et al.* 2004) y se la encuentra en forma marginal en la microcuenca del río Chimborazo (PDA-UOCIC 2006).

¹⁴ La pastura naturalizada degradada es la más común fuente de alimentación para el ganado en la zona (PDA-UOCIC 2006).

¹⁵ La energía metabolizable es la unidad la más útil para para propósitos de alimentación de animales (Paladines 2004).

¹⁶ *Íbid* (^o).

Cuadro 18. Composición química de árboles de uso múltiple en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo.

Forraje	Materia seca	Proteína	Fibra	Calcio	Fósforo	Energía metabolizable
Nombre común	%	%	%	%	%	Mcal/kg
Lupino	27.42	18.63	23.80	0.79	0.22	2.71
Malva	22.28	28.72	17.53	2.24	0.42	2.41
Tilo	14.63	33.49	16.44	0.85	0.47	2.37
Alfalfa	21.90	22.20	24.00	-	-	2.67
Pastura naturalizada degradada	31.00	11.20	24.5	0.52	0.18	2.05

Cuadro 18 (cont.).

Notación: Composición química de la alfalfa citada por Grijalva (2009)¹⁷, pastura naturalizada degradada citada por González (2009).

Fuente: INIAP-EESC Departamento de nutrición y calidad. Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. Valores expresados en base seca.

4.9. Fuentes semilleras identificadas (FI) en la microcuenca del río Chimborazo

Se registró las fuentes semilleras de la microcuenca (Cuadro 19, Anexo 15) con base en los parámetros generados para la caracterización de FI (apoyo: centro Bioforesta 2009). Se aprecia la mayor concentración de FI de especies naturalizadas en el estrato bajo (59.52 %), seguido del 28.57 % en el estrato medio y 14.28 % en el estrato alto donde predominan las especies nativas, lo que se relaciona directamente con la distribución de la vegetación de acuerdo con la altitud (PDA-UOCIC 2006).

Se registraron *fuentes de semilleras* y ocasionalmente *de conservación* (Narváez 2004) de quishuar (*Buddleja incana* R&P.), yaguales (*Polylepis racemosa* H.B.K., *P. incana* Kunth., *P. sericia* Weed. y *P. reticulata* Hieron), futag (*Salvia macrostachya* Kunth), haya (*Fagus* sp.), piquil (*Gynoxis* sp.), colle (*Buddleja coriacea* H.B.K) y árbol solitario (*Buddleja pichinchensis* Kunth H.B.K.).

4.9.1. Nuevos registros de árboles

El grupo de piquiles (*Gynoxis* sp.) corresponden a la *fente semillera identificada* FI-18 (Cuadro 19) ubicada en el estrato alto a los 3560 msnm en los vestigios del “Cuartel de los incas”, considerada una planicie estratégica para el adiestramiento del ejército Inca de “Tupac Yupanki” y templo dedicado al Dios Chimborazo, a quien ofrecían sacrificios humanos (PDA-UOCIC 2006).

¹⁷ Grijalva, J. 2009. Pasturas para el Ecuador: Libro inédito INIAP Universidad Central del Ecuador. Quito, EC. 100 p (correspondencia personal Dr. Jorge Grijalva, INIAP - PNF 2009).

4.9.1.1. Árbol solitario (*Buddleja pichinchiensis* K.)

La *fuelle semillera identificada* FI-28 (Cuadro 19) está ubicada en la comunidad La Chorrera del estrato alto a los 4 080 msnm, es la única especie vegetal en el sitio y se la considera un atractivo turístico. Clasificación taxonómica (Caranqui 2008):

Familia: Buddlejaceae
Nombre científico: *Buddleja pichinchiensis* K.
Nombre local: árbol solitario.
Origen: endémica.



Distribución: desde los 3 000 hasta los 4 000 msnm, se distribuye en las provincias del Azuay, Carchi, Cotopaxi, Pichincha (Jørgensen y León 1999) y en la provincia de Chimborazo se lo encontró a los 4 080 msnm en la comunidad La Chorrera del estrato alto cerca al centro turístico Marco Cruz de la reserva faunística Chimborazo.

Características vegetativas: el “árbol solitario” constituye parte del atractivo turístico y se registró la especie como *fuelle semillera de conservación* (Narváez 2004). El árbol alcanza una altura promedio de 7.13 m y la copa cerrada un diámetro de 8.7 m, en promedio las ramas gruesas tienen un diámetro de 18.04 cm. En el país, *B. pichinchiensis* se distingue del *B. incana* porque las hojas son plateadas y más angostas que el quishuar (Añazco 2000b).

4.9.2. Chachacón (*Escallonia myrtilloides* L.F.)

La *fuelle semillera identificada* FI-19, FI-20 (Cuadro 19) forma parte del sistema silvopastoril de la UCASAJ en el estrato bajo y se la clasificó taxonómicamente (Caranqui 2008):

Familia: Escalloniaceae
Nombre científico: *Escallonia myrtilloides* L. F.
Nombre local: chachacón.
Origen: nativa.



Distribución: desde los 2 000 hasta los 4 500 msnm, se distribuye en la sierra centro y en las provincias del Azuay, Cañar, Carchi, El Oro, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha (Jørgensen y León 1999). En Chimborazo se

lo encontró a los 3 340 msnm en el sistema silvopastoril UCASAJ del estrato bajo.

Características vegetativas: el “chachacón” forma parte del SAF UCASAJ establecido hace 8 años y se registró la especie como FI (Narváez 2004). El árbol alcanza una altura promedio de 4.28 m y la copa cerrada un diámetro de 3.40 m, en promedio posee una rama gruesa con 11.46 cm de diámetro; los agricultores prefieren ésta especie para agroforestería e incluso como ornamental debido a que los troncos múltiples se originan por sobre los 0.3 y 0.5 m sobre el suelo. En el acápite 4.10.3. se indica la calidad de semillas de éstas fuentes.

4.9.1.3. *Fagus (Fagus americana)*

Se encontraron tres ejemplares introducidos de ésta especie en el vivero de la UCASAJ, estrato medio de la microcuenca y se realizó la identificación botánica en el Herbario Nacional del Ecuador.

Familia: Fagaceae

Nombre científico: *Fagus americana* (Burnie s.f.)

Nombre local: no identificado, “molle”.

Nombres comunes: haya americana.

Propagación: sexual (Burnie s.f.).



Distribución: árboles caducifolios dispersos en Europa, Asia y Norteamérica, ésta haya crece en bosques nativos, presenta ramas bajas, copa ancha y 9 m de altura en lugares abiertos (Burnie s.f.).

Características vegetativas: en el vivero de la UCASAJ los árboles a los 7 años, no superan los 6 m de altura y 13 cm de diámetro; sin embargo la literatura indica que son árboles de copa ancha y alcanzan hasta 40 m de alto, tienen una copa redondeada y la madera es de grano fino utilizada en la fabricación de mobiliario y utensilios de cocina (Burnie s.f.). Resisten heladas, lo que quizá explica el follaje siempre verde a pesar de las condiciones de la zona, especialmente en noviembre y diciembre (PDA-UOCIC 2006); la opinión local revela la ausencia de estructuras florales y el ataque de pulgones y oídio, contrario a los sitios de procedencia (Burnie s.f.).

Figura 19. Fuentes semilleras identificadas y fuentes de conservación de árboles de uso múltiple en la microcuenca del río Chimborazo.

no.	Comunidad	Propietario	Especie	Coordenadas UTM		Altitud		Calificación*	Altura	Copa	Ramas gruesas	
	Nombre	Nombre	Nombre científico	N	E	m	GPS (m)	1 exc, 5 mala	Calculada (m)	Diámetro (m)	no.	x Diámetro (cm)
FI-1	Chimborazo	Silverio Ati	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 816 581	759 122	3 450	3 495	1	6.00	5.00	1	7.96
FI-2	Chimborazo	Silverio Ati	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 825 852	744 571	3 450	3 475	1	7.00	4.70	1	5.09
FI-3	Chimborazo	Silverio Ati	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 825 846	744 532	3 450	3 501	1	podado	5.30	1	9.87
FI-4	Chimborazo	Silverio Ati	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 825 861	744 555	3 450	3 406	3	7.20	3.00	1	12.10
FI-5	UCASAJ	UCASAJ	<i>Buddleja coriácea</i> H.B.K.	9 825 294	746 619	3 340	3 406	2	5.28	5.00	6	11.93
FI-6	UCASAJ	UCASAJ	<i>Buddleja coriácea</i> H.B.K.	9 825 292	746 622	3 340	3 397	2	4.30	2.00	1	1.80
FC-7	Cuartel de los incas	comunidad Cooperativa	<i>Gynoxis sp.</i>	9 829 772	744 149	3 560	3 657	3	4.18	3.75	4	11.78
FI-8	Chimborazo	comunitario	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H. S.	9 825 665	743 799	3 450	3 570	2	5.28	2.10	1	9.30
FI-9	Chimborazo	comunitario	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H. S.	9 825 731	743 794	3 410	3 524	2	5.14	4.00	1	10.50
FI-10	Chimborazo	comunitario	<i>Senna sp.</i>	9 825 799	743 826	3 400	3507	1	4.07	7.00	1	7.25
FI-11	Chimborazo	comunitario	<i>Senna sp.</i>	9 825 799	743 811	3 507	3 400	1	3.44	7.60	1	6.10
FC-12	Pulinguí	comunidad Pulinguí	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pavón. y <i>Buddleja coriácea</i> H.B.K.	9 831 163	740 738	3840	3 903	4	2.4	1.8-2.3	3-4	3.5
FI-13	Pisicaz	comunitario	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	9 820 899	746 788	3 310	3 361	4	5.95	3.90	1	4.84
FI-14	Pisicaz	comunitario	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	9 820 892	746 792	3 310	3 367	4	5.01	3.60	1	5.16
FI-15	Pisicaz	comunitario	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J	9 820 599	747 129	3 280	3 347	2	3.53	2.60	1	1.27
FI-16	Pisicaz	comunitario	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J	9 820 597	747 109	3 280	3 349	2	2.23	2.10	7	0.95
FI-17	Pisicaz	comunitario	<i>Genista monspessulana</i> L. L.A.S. J	9 820 605	747 105	3 280	3 350	2	2.13	2.80	7	1.91
FC-18	Cuartel de los incas	comunidad Cooperativa	<i>Gynoxis sp.</i>	9 829 386	744 058	3 560	3 658	1	3.80	4.00	1	14.32
FI-19	Chachacón	UCASAJ	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.F.	9 825 458	746 691	3 340	3 407	1	4.28	2.40	1	7.64
FI-20	Chachacón	UCASAJ	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.F.	9 825 469	746 691	3 340	3 409	1	3.12	3.40	1	11.46
FI-21	Hda. Santa Lucía	Victor García	<i>Monnina obtusifolia</i> Kunth.	9 826 851	745 570	3 430	3 487	1	1.40	1.50	1	2.86
FC-22	Hda. Santa Lucía	Victor García	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pavón.	9 827 000	744 946	3 430	3 486	1	6.00	1.80	1	12.10
FC-23	Hda. Santa Lucía	Victor García	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pavón.	9 827 024	744 933	3 430	3 486	1	7.00	1.60	1	14.64
FI-24	Cachipamba	Sra. María Telenchano	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	9 826 888	744 820	3 450	3 504	2	2.30	1.50	1	3.82

Cuadro 19 (cont.).

FC-25	Chorrera	Juan Paca	<i>Gynoxis sp.</i>	9 830 840	742 214	3 710	3 715	3	6.48	6.85	6	11
FI-26	Chinigua	María Tacuri Anarca	<i>Sambucus nigra</i> L.	9 829 096	743 627	3 560	3 611	2	9.97	4.28	6	7.
FI-27	Chinigua	María Tacuri Anarca	<i>Buddleja incana</i> Ruiz&Pavón.	9 829 045	743 699	3 560	3 602	1	1.75	7.50	3	7.
FC-28	Pulingui	Árbol solitario	<i>Buddleja pichinchensis</i> Kunth. (H.B.K.)	9 833 335	742 639	4 080	4 157	1	7.13	8.70	6	18
FI-29	Santa Martha	Centro Infantil "los inquietos"	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 825 897	745 785	3 390	3 340	1	8.05	2.10	4	14
FI-30	Criadero de Jersey	Hacienda Santa Lucía	<i>Lavatera sp.</i>	9 824 405	747 073	3 365	3 321	1	1.70	1.40	1	1.
FC-31	Casacóndor	Casacóndor	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K y <i>Polylepis incana</i> Kunth.	9 829 996	735 665	4 250	4 341	1	6.50	6.90	1	21
FC-32	Casacóndor	Casacóndor	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 831 005	740 934	3 840	3 892	2	3.50	1.50	7	4.
FC-33	Pasguazo	Vicente Jarrín	<i>Polylepis sercia</i> Weed. Y <i>Polylepis reticulata</i> Hieron.	9 823 602	740 095	3 950	4 024	1	3 a 12	2.8-4.5	2	27
FI-34	Shobol	Jorge Vega	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 824 024	746 846	3 310	3 362	2	6.50	1.80	2	6.
FI-35	Shobol	José Guamán	<i>Sambucus nigra</i> L.	9 826 191	745 124	3 310	3 468	2	6.90	1.70	1	9.
FI-36	Guabug	María Aucancela	<i>Sambucus nigra var alba</i>	9 823 689	746 802	3 300	3 351	3	2.80	1.30	1	3.
FC-37	Pasguazo	Vicente Jarrín	<i>Gynoxis hallii</i> Hieron	9 823 754	740 052	3 950	4 069	3	2.70	2.80	1	4
FC-38	Fco. Cunuguachay	Marcelo Paca	<i>Polylepis racemosa</i> H.B.K.	9 828 926	745 062	3 440	3 465	2	5.75	1.7	3	5.
FC-39	Santa Isabel	María Telenchano	<i>Salvia macrostachya</i> Kunth	9 825 538	745 106	3 460	3 486	1	1.80	1.80	1	2.
FC-40	Santa Isabel	Juan de Dios Tacuri	<i>Senna sp.</i>	9 825 058	744 780	3 630	3 681	1	3.40	6.60	1	29
FC-41	UCASAJ	UCASAJ	<i>Fagus sp.</i>	9 825 128	746 715	3 330	3 396	3	7.40	4.30	1	12
FI-42	Santa Isabel	Pastora Aucancela	<i>Senna sp.</i>	9 825 087	744 767	3 640	3 685	3	1.80	2.20	7	3.

Escala de calificación de 1 a 5: representando el 1 la condición excelente de la FI, 2 muy buena, 3 buena, 4 regular y 5 mala.

fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2008.

4.10. Sistematización de técnicas de multiplicación de AUM priorizados

Mediante observación de las tareas cotidianas en los viveros forestales comunitarios, se conocieron las prácticas para multiplicación de AUM priorizados con base en el criterio funcional (Cuadro 5) (yagual, malvas, tilo, quishuar, lupino, llin llin, piquil y colle). En la microcuenca se identificó dos viveros de propiedad privada: “Vivero plantas” y “San Juan” y un vivero comunitario “UCASAJ” donde se intercambian experiencias con otros responsables de los viveros “San Francisco de Cunuguachay” y “Alao LLactapamba”, ubicados fuera de la microcuenca (Cuadro 20).

Cuadro 20. Viveros forestales en la microcuenca del río Chimborazo.

Vivero	Responsable	Área	Coordenada UTM		Altitud	
			N	E	m	GPS (m)
Nombre/comunidad	Nombre	ha				
“Vivero plantas”	Janeth Benítez	0.04	9 819 273	748 236	3 250	3 224
“San Juan”	Rodrigo Insuaste	1.00	9 819 318	747 683	3 250	3 280
“UCASAJ”	UCASAJ	0.12	9 825 135	746 690	3 330	3 397
“San Francisco de Cunuguachay”	Juan Paca	0.05	9 821 491	749 462	3 240	3 245
“Alao LLactapamba” *	Arsenio Masa	0.04	9 792 639	777 893	3 170	3 172

*comunidad Alao LLactapamba, parroquia Pungalá-Chimborazo.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

Se observó la constante dedicación de sus dueños para obtener diversidad de especies y producir la mayor cantidad de plantas por especie, ante la demanda e interés de los proyectos por plantas nativas como lo mencionó la propietaria del “Vivero plantas”. Los AUM más comunes en los viveros de la zona son el quishuar, llin llin, yagual y lupino, además son las especies forestales más demandadas en la provincia de Chimborazo (SIPCOSEFNA 2004). El material vegetativo se comercializa en ramas desde los 8 hasta los 15 USD/planta podada, en tanto que la semilla sexual va desde los 45 USD/kg hasta 120 USD en el caso de las semillas más escasas como el quishuar. La capacidad de producción de los viveros fluctúa de 3 000 a 20 000 plantas.

Las preparación de sustrato y enfundado se realiza en minga¹ para el caso del vivero comunitario o con trabajadores en los viveros privados. El sustrato comúnmente utilizado contiene tierra negra (de páramo), tierra agrícola y arena en proporción 2:1:1 y se lo desinfecta con agua hirviendo o con productos químicos

¹**Minga:** es un recurso de las comunidades andinas, donde reúnen esfuerzos y trabajo con un fin colectivo; en éste mecanismo solidario de interacción social se moviliza la comunidad y se dedica un día de labores, o más. En éste sistema productivo, no existe remuneración monetaria, sólo se establecen relaciones recíprocas entre beneficiarios y mingueros (Granda 2006).

(2 gramos de hidróxido de cobre por litro de agua) (Andrés Telenchano, UCASAJ).

En el vivero Alao LLactapamba, el sustrato que utilizan está compuesto de arena y tierra negra de páramo en la proporción 1:1, para asegurar el prendimiento del yagual. El enfundado se lo realiza en bolsas plásticas de 10 x 15 cm, un trabajador enfunda hasta 800 fundas/día, mientras en el vivero San Francisco de Cunuguachay un trabajador enfunda hasta 1 500 unidades/día, diferencia que se atribuye básicamente a la experiencia de cada trabajador y al incentivo económico que reciben, así en el primer vivero el pago se realiza en función de la jornada de trabajo y en el otro se lo hace de acuerdo al número de unidades enfundadas (0,01 USD/unidad).

En las prácticas de multiplicación de AUM se observaron algunas particularidades, así por ejemplo la adición de un preparado natural para el “repique de plantas” conteniendo: biol, melaza, suero, agua y ceniza, lo que según el promotor Antonio Ati (UCASAJ) actúa como estimulante y mejora el prendimiento de las estacas. Dadas las condiciones locales, los viveros se mantienen con zarán (65 % de sombra) principalmente en época de heladas o hasta dos meses posteriores al repique.

4.10.1. Técnicas de reproducción asexual

Los viveristas de la microcuenca identifican los árboles “hembra”² para la recolección de material vegetativo de yagual, cortan las ramas en bisel y de éstas obtienen el mayor número de estacas³ de hasta 30 cm de largo y del grosor de un lápiz (obteniendo de 6 ramas de aproximadamente 1.5 m de largo, 1 500 estacas), conteniendo el mayor número de raíces adventicias para asegurar el 60 % de prendimiento, de lo contrario o sólo alcanzaría el 10 % (UCASAJ y Cunuguachay), existiendo una diferencia de 15 puntos porcentuales respecto a lo mencionado por SIFCOSEFNA (2004) para la región andina, donde se utilizan esquejes preformados⁴ y se obtiene en promedio el 75 % de prendimiento.

Los viveristas cortan las dos terceras partes de cada folíolo, en tanto que Pretell *et al.* (1985) citado por CESA 1984 sugieren que se deje una sola hoja para plantar cada esqueje. Ordóñez *et al.* (2004) en contraposición, mencionan que se debe

² A decir de los agricultores, corresponden a árboles que contienen la mayor cantidad de “chichuelos” o raíces adventicias y de 4 o 5 años de edad, lo que es refutado por otros viveros como el del Centro Bioforesta, donde dan prioridad a la calidad de la estaca, el lugar del corte y el sustrato más que a la edad del árbol.

³ Una **estaca** es cualquier porción de la planta que una vez separada de ella y en condiciones adecuadas, genera otra completa e independiente (Ordóñez *et al.* 2004).

⁴ **Esquejes preformados**: son ramas con *chichones* o raíces adventicias preformadas; es más fácil de encontrar dichos esquejes en árboles viejos, aislados, en las ramas que contengan humedad en la corteza y en los primeros meses de lluvia (Ocaña citado por Loján 1992 y 2003).

dejar todas las hojas en las estacas o esquejes de yagual para lograr el enraizamiento.

Posteriormente, mantienen durante 12 horas el material vegetativo en gavetas con agua y algún enraizador o estimulante (químico o natural), dicha combinación podría inhibir el modo de acción de cada componente, además en la etiqueta del enraizador se sugiere máximo 30 minutos de contacto con el material vegetativo, lo que se asume podría perjudicar el prendimiento de yagual. Esto es cuestionado por CESA (1984) y Loján (1992 y 2003), quienes sugieren que el proceso no requiere de tratamientos pregerminativos, únicamente remojo en agua fría durante 72 horas, lo que aseguraría el prendimiento de las estacas transcurridos 30 o 40 días.

En el Cuadro 21, se observa que la escala de calificación de prendimiento fue regular con 3.8 puntos (de acuerdo a la escala de calificación en la que 1 representa un prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo), lo que se atribuye a la falta de experiencia en la recolección y manipulación de esquejes y/o a la escasa disponibilidad de fuentes semilleras en la zona, por lo que es necesario difundir la información de las fuentes semilleras (Cuadro 19) o considerar las sugeridas por SIFCOSEFNA (2004) para la provincia (Santa Martha vía Riobamba-Guaranda, Pasguazo vía Gallorumi-Guaranda y Llin Llin Loma panamericana sur).

Cuadro 21. Evaluación del prendimiento de estacas de yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K.) en el vivero UCASAJ, microcuenca del río Chimborazo.

Plantas evaluadas	Ramas				Hojas (No.)			Raíces adventicias (presencia)		Calif. *	Prend. *
	Principales		Secundarias		Viejas	Nuevas	Frescas	Inicial	Final		
Estacas (No.)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	No.	Altura (cm)							
563.00	19.21	3.37	2.61	7.31	2.58	0.68	1.11	si	si	3.6	3.80

* Escala de calificación de 1 a 5: representando 1 la condición de las estacas o el prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

En la propagación asexual del tilo, se aprovecha el material vegetativo de la poda de formación para extraer la mayor cantidad de semilla, procurando obtener estacas o esquejes semilignificados de 20 a 30 cm de largo y 2 a 4 cm de diámetro, dejando máximo dos hojas por estaca para asegurar el prendimiento; con éste procedimiento se obtuvo el mejor porcentaje de prendimiento en el vivero UCASAJ (Cuadro 22) y según los viveristas la especie es fácil de propagar, lo que ratifica Loján (2002) para la región andina.

Cuadro 22. Evaluación del prendimiento de estacas de tilo (*Sambucus nigra* L.) en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.

Repique	Ramas principales		Ramas secundarias		Hojas (No.)			Brotos (No.)		Calf.*	Prend.*
	Estacas (No.)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	(No.)	Altura (cm)	Viejas	Nuevas	Frescas	Inicial		
110	23.5	3.6	2	9.9	1	6	4	5	1	2	1

* Escala de calificación de 1 a 5: representando 1 la condición de las estacas o el prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

4.10.2. Técnicas de reproducción sexual

La especie que más producen mediante semilla (sexual) los viveristas es el lupino; no obstante, se observó que las técnicas de multiplicación sexual de AUM en la microcuenca son limitadas, y se puede atribuir a la escasez y/o difícil acceso a las *fuentes semilleras identificadas*, el desconocimiento de su ubicación, la falta de interés o a las fenofases indefinidas (periodos extensos de floración o fructificación) a causa de las modificaciones del clima según expresa SIFCOSEFNA (2004). El mismo autor sugiere fuentes alternativas: Chuquipogyo (panamericana norte), Santa Lucía Bravo (carretera Guamote-Macas desde la panamericana sur) o Tunshi (hacienda experimental de Tunshi –ESPOCH, carretera a Licto).

La población local cosecha el lupino cuando las vainas se abren solas, luego las secan bajo sombra durante 15 días o directamente al sol durante varios días (que debería ser máximo 4 respecto a lo recomendado por SIFCOSEFNA 2004). Proceden a sembrar la semilla a chorro continuo en camas, y cuando las plántulas tienen 2 o 3 hojas verdaderas son repicadas en bolsas plásticas. En el vivero UCASAJ, el prendimiento de lupino alcanzó 2.17 puntos, calificando la práctica como muy buena (Cuadro 23).

Cuadro 23. Evaluación del prendimiento de plántulas de lupino (*Genista monspessulana* L.A.S.) en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.

Plántulas		Hojas (No.)			Calificación*	Prendimiento*
(No.)	Altura	Viejas	Frescas	Nuevas		
60	1.97	2.02	0.78	1	1.81	2.17

* Escala de calificación de 1 a 5: representando 1 la condición de las plántulas o el prendimiento excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, 4 regular y 5 malo.

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

4.10.3. Análisis de semillas

El manejo del material de propagación se ajustó a los parámetros de manejo del Anexo 16, evitando los errores generales en el manejo de semillas forestales desde la recolección hasta el almacenamiento (Añazco 2000b, Trujillo 2004).

4.10.3.1. Calidad física

De acuerdo a los parámetros establecidos por Bioforesta (2009) se procedió con la determinación de la calidad física de las semillas de los AUM priorizados. El análisis de pureza (Cuadro 24) en colle reportó 8.1 % de semillas puras y la diferencia corresponden a semillas secas o contaminadas según lo observado en el estéreo-microscopio, lo que implica la utilización de mayor cantidad de recursos para lograr el número de plantas sanas que generaría un lote de semillas 100 % puras y sanas. La pureza para malva roja fue del 41.1 %, mil mil 42.5 %, piquil 48.3 %, chachacón 57.0 %, lupino 69.2 y 92 %, llin llin 80 % y quishuar 88 %, valores que se relacionan directamente con las características propias de cada fruto y del tratamiento posterior a la recolección.

En el Cuadro 24, se observa que el rango del contenido de humedad en las semillas es de 9.2 a 13.2 %, lo que las ubica dentro del rango (6 a 10 %) considerado aceptable y comprobado para muchas de las especies ortodoxas de acuerdo a reportes de Rodríguez y Nieto (1999). Esto a la vez es un indicador de la viabilidad dado que con valores menores se iniciaría la auto-oxidación y con valores mayores se favorecería el crecimiento de hongos y proliferación de insectos.

Cuadro 24. Evaluación de la calidad física de AUM en el Laboratorio del centro Bioforesta-ESPOCH, Riobamba.

Procedencia			Pureza de semilla			Humedad	Número semillas/kg
Altitud (m)	Comunidad Nombre	Especie Nombre local	Pura %	Contaminadas %	Materia inerte %	16-17 h %	
3 280	Pisicaz	Lupino <i>Genista monspessulana</i>	92.10	7.00	0.90	10.50	148 148
3 330	UCASAJ	Colle <i>Buddleja coriácea</i>	8.10	91.90	0.00	9.20	1 851 852
		Chachacón <i>Escallonia myrtilloides</i>	57.00	0.00	43.00	12.50	88 500 000
3 350	Santa Martha	Malva roja <i>Lavatera assurgentiflora</i>	41.10	2.70	56.20	14.00	33 256
		Lupino <i>Genista monspessulana</i>	69.20	30.80	0.00	10.10	163 399
3 470	Chimborazo	Mil mil <i>Senna multiglandulosa</i>	42.50	9.70	47.80	9.20	26 940
		Llin llin <i>Senna sp.</i>	80.00	17.80	2.20	13.20	12 145
3 560	Incas	Piquil <i>Gynoxis sp.</i>	48.30	22.00	29.70	13.20	1 851 852

3 280	Shobolpamba	Quishuar <i>Buddleja incana</i>	88.00	0.00	12.00	6.80	5 300 000
-------	-------------	---	-------	------	-------	------	-----------

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

El número de semillas por kilogramo para quishuar coincide con estudios de varios autores (Reynel y León 1990 citados por Loján 1992, SIPCOSEFNA 2004, Huaraca 2005, Bioforesta 2009), así como el lupino, piquil y colle se relacionan con los datos de Bioforesta (2009), en tanto que para chachacón, mil mil y malva roja no existe información disponible, y aunque los datos no son comparables, sí permiten establecer una relación directa entre el tamaño y peso de las semillas, con su capacidad germinativa y con el vigor de las plantas como lo expresan Rodríguez y Nieto (1999).

4.10.3.2. Calidad fisiológica

En el vivero UCASAJ (Cuadro 25) se observa que el porcentaje de germinación promedio es de 8.4 %, siendo el más alto para chachacón (40 %) y con respuesta negativa en el caso del piquil. En la evaluación de la calidad fisiológica en laboratorio (Cuadro 26), se obtuvo un porcentaje de germinación promedio de 21 % y en el mejor de los casos no supera el 53 %.

Lo anterior predice plantas poco vigorosas y de mala calidad, aunque en laboratorio se obtuvieron porcentajes de germinación superiores respecto a lo de campo, ello no es suficiente para los objetivos masivos de multiplicación sexual de plantas de lupino, mil mil, colle, chachacón, malva roja, piquil y quishuar, utilizando las semillas de procedencias locales sugeridas por los agricultores. Por ello se necesita validar los parámetros de evaluación fenotípica de AUM (Anexo 18-26).

Cuadro 25. Evaluación de la calidad fisiológica de semillas en el vivero UCASAJ de la microcuenca del río Chimborazo.

Procedencia Comunidad	Especie Nombre local/cient	Días a la GI (No.)	Porcentaje de germinación (%)
Pisicaz	Lupino <i>Genista monspessulana</i>	9	7
Chimborazo-Llin Ilin	Mil mil <i>Senna multiglandulosa</i>	4	12
UCASAJ	Colle* <i>Buddleja coriácea</i>	11	23
	Chachacón <i>Escallonia myrtilloides</i>	8	40
Santa Martha	Malva roja escarificada <i>Lavatera assurgentiflora</i>	6	3
	Malva roja <i>Lavatera assurgentiflora</i>	4	4
Cuartel de los incas	Piquil <i>Gynoxis sp.</i>	no observado	no observado

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

CESA 1993, Añazco (2000b) y Loján (1992) afirman que la mayoría de las semillas de las especies leñosas altoandinas germinan sin mucha dificultad, siempre que los sustratos, el riego y las protecciones sean adecuados. Sin embargo, en la microcuenca del río Chimborazo la baja calidad de semillas (Cuadro 26) se puede atribuir a múltiples factores: *i*) internos de la semilla -relacionados directamente con las características fisiológicas de cada especie- y externos -relacionados con las condiciones ambientales del sitio (agua, luz, temperatura, oxígeno)- y *ii*) otros vinculados al manejo -los tratamientos pregerminativos-. La experimentación proporcionó la estimación real de la calidad fisiológica de semillas bajo las condiciones propias del vivero de la UCASAJ (Cuadro 26), lo que permitiría sugerir ciertos reajustes en el sitio –regulación de humedad y temperatura-, de tal manera que se brinden condiciones más apropiadas para la reproducción sexual de semillas en vivero.

4.10.3.3. Calidad sanitaria

El menor porcentaje de contaminación micótica (*Aspergillus sp.*) de las semillas fue para el piquil y el mayor porcentaje para el llin llin, lupino y mil mil; por ello es necesario estandarizar ensayos de determinación de la calidad de semillas y generar protocolos de multiplicación sexual de AUM tanto a nivel de laboratorio como de campo ante la alta demanda de semillas en la microcuenca y la región andina como lo sugieren Rodríguez y Nieto (1999).

Cuadro 26. Determinación de la calidad fisiológica de semillas en el laboratorio del centro Bioforesta-ESPOCH, Riobamba.

Procedencia			Germinación					Contaminación
Altitud	Comunidad	Especie	GI	% Germinación (x/ev.)				
m	Nombre	Nombre local/cient.	No. días	1ra	2da	3ra	x	%
3 280	Pisicaz	Lupino <i>Genista monspessulana</i>	8	34	36	34	35	10
3 330	UCASAJ	Colle* <i>Buddleja coriácea</i>	8*	11	11	8	10	30
		Chachacón <i>Escallonia myrtillioides</i>	6**	54	74	31	53	15
		Malva roja <i>Lavatera assurgentiflora</i>	14	4	6	5	5	0
3 350	Santa Martha	Lupino <i>Genista monspessulana</i>	14				26-22	
		Mil mil <i>Senna multiglandulosa</i>	6	15	12	18	15	70
3 470	Chimborazo	Llin llin <i>Senna sp.</i>	6	4	7	11	7	70
		Piquil <i>Gynoxis sp.</i>	8	25	27	18	23	100
3 560	Incas	Quishuar <i>Buddleja incana</i>	25	0	0	0	0,1	2
3 280	Shobolpamba	Quishuar <i>Buddleja incana</i>	6	9	12	18	13	0

Notación: *Colle recolectado al inicio de la fructificación ** Al término de la fructificación.

Fuente: Investigación directa, Programa Nacional de Forestería 2009.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Las comunidades de la microcuenca del río Chimborazo obtienen productos y servicios de los árboles de uso múltiple (AUM) (Figura 4), entre los que destacan la leña, artesanías, medicina ancestral, madera para implementos del arado y construcciones rústicas, forraje suplementario para la alimentación animal, protección del viento, aporte de materia orgánica, protección del suelo, refugio para animales y personas. Los AUM más funcionales son (Cuadro 5): yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K., *P. incana* K.), malva roja (*Lavatera assurgentiflora* K.), tilo (*Sambucus nigra* L.), kishwar (*Buddleja incana* R.&P.), lupino o alfalón (*Genista monspessulana* L.A.S.), llin llin (*Senna multiglandulosa* J.H.S. y *S. sp.*), kolle (*Buddleja coriaceae* H.B.K.), piquil (*Gynoxis sp.*), futag (*Salvia macrostachya* K.), chilka (*Baccharis latifolia* R.&P.P.) y guantug (*Brugmansia arborea* L.).
- 5.2. A pesar de la diversidad expresada en el número de AUM identificados en la microcuenca del río Chimborazo (Cuadro 1 y 2), la densidad en sistemas agroforestales (SAF'S) o las iniciativas agroforestales, son escasas (Cuadro 8). Los SAF's están constituidos de yagual, quishuar, lupino, tilo y colle, en sistemas simultáneos del tipo agrisilvícola, silvopastoril y agrisilvipastoril, los cuales podrían consolidarse para la gestión y el manejo integrado de cuencas, de acuerdo al interés y participación de la UCASAJ y FOCIFCH.
- 5.3. Se identificaron y seleccionaron *fuentes semilleras identificadas y de conservación* (Cuadro 18) para kishwar (*Buddleja incana* R.&P.), yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K., *P. incana* Kunth., *P. sericia* Weed. y *P. reticulata* Hieron), futag (*Salvia macrostachya* K.), haya (*Fagus sp.*), kolle (*Buddleja coriaceae* H.B.K.), piquil (*Gynoxis sp.*), chachacón (*Escallonia myrtilloides* L.F.) y árbol solitario (*Buddleja pichinchensis* K. H.B.K.), especies importantes para fortalecer los planes relacionados con el uso de tecnologías limpias en la microcuenca.
- 5.4. Los viveros (Cuadro 20) y las técnicas de multiplicación de AUM son escasos y aún requieren ser mejorados. El prendimiento promedio es bueno a regular (considerando en la escala de calificación: 1 excelente, 2 muy buena, 3 buena, 4 regular y 5 mala), lo que revela la necesidad de mejorar las técnicas de reproducción asexual (acápite 4.10.1.) para yagual y tilo y sexual (acápite 4.10.2.) en malvas, quishuar, lupino, llin llin, mil mil, chachacón, piquil y colle, para asegurar la conservación y masificación agroforestal.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Promocionar con las comunidades y actores institucionales que trabajan en la microcuenca del río Chimborazo, las especies priorizadas y principalmente los árboles forrajeros como la malva, lupino y tilo para procesos de reforestación e implementación de alternativas agroforestales.
- 6.2. Difundir mediante actores institucionales la información cuantitativa y cualitativa de los sistemas agroforestales más relevantes de la microcuenca del río Chimborazo y considerar en estudios posteriores -de Instituciones de Investigación, Facultades de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales- variables complementarias para la evaluación como: arreglo espacial, funciones de los componentes, determinación de carbono por sistema (biomasa sobre el suelo, hojarasca, sistemas radiculares y carbono orgánico en el suelo) y análisis económico-financiero.
- 6.3. Evaluar en campo nuevas técnicas de propagación de árboles de uso múltiple y validar -con las comunidades de la UCASAJ y FOCIFCH y actores institucionales- los parámetros para la selección de *fuentes semilleras identificadas* y, en laboratorio determinar la calidad genética y los protocolos para análisis de semillas forestales.

VII. RESUMEN

Problemas de erosión, vientos y heladas, así como de abastecimiento de leña, madera y forraje, caracterizan a la región andina. En tales circunstancias, la sobrevivencia de las comunidades, está asociada a la búsqueda de un espacio de tierra para cultivar lo básico y conseguir algo de leña para preparar sus alimentos. Por otra parte la posesión de poco terreno limita el acceso a programas de reforestación masiva, en cuyo caso la agroforestería se revela como alternativa prioritaria. Las comunidades andinas han ido perdiendo sus conocimientos tradicionales de los árboles de uso múltiple (AUM), todo lo cual ha conducido a una situación de pobreza rural.

La microcuenca del río Chimborazo, ubicada en la provincia del mismo nombre, no es ajena a este complejo panorama. Para enfrentar estos problemas, generar información y potenciar AUM en sistemas agroforestales (SAF's), se planteó el estudio "**Prospección de árboles de uso múltiple para la gestión y el manejo sostenible de la microcuenca del río Chimborazo**" como parte del proyecto "*Iniciativa interinstitucional de investigación/desarrollo agroforestal participativo para la protección y manejo sostenible del suelo*" que ejecuta el Programa Nacional de Forestería del INIAP en la microcuenca.

El objetivo general de éste estudio fue identificar y caracterizar AUM en la microcuenca del río Chimborazo, mediante la participación activa de las organizaciones UCASAJ y FOCIFCH. Los objetivos específicos: *i)* Identificar y priorizar AUM nativos y/o naturalizados para el manejo sostenible de la microcuenca. *ii)* Identificar los SAF's en los cuales se asocian los árboles de uso múltiple priorizados y evaluarlos agrónomicamente. *iii)* Determinar y seleccionar *fuentes semilleras identificadas* (FI) de AUM priorizados en los SAF's. *iv)* Sistematizar técnicas de multiplicación de AUM priorizados, para promover la masificación de SAF's.

Se identificaron 30 AUM y con base en el criterio funcional se priorizó el yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K., *P. incana* K.), malva roja (*Lavatera assurgentiflora* K.), tilo (*Sambucus nigra* L.), kishwar (*Buddleja incana* R&P.), lupino o alfalón (*Genista monspessulana* L.A.S.), llin llin (*Senna multiglandulosa* J.H.S. y *S. sp.*), kolle (*Buddleja coriaceae* H.B.K.), piquil (*Gynoxis sp.*), futag (*Salvia macrostachya* K.), chilka (*Baccharis latifolia* R&P.P.), quantug (*Brugmansia arborea* L.). Las familias de la microcuenca prefieren la leña de chilca, yagual, quishuar, lupino, tilo y kolle; las mujeres saben el tipo de leña que se combustiona más lentamente y cuál realza el sabor de los alimentos, de ahí que los SAF's podrían disminuir la presión sobre los relictos de AUM.

Los siete SAF's relevantes son simultáneos y están ubicados en el estrato bajo, el 47.14 % son del tipo agrisilvícola, el 28.27 % silvopastoriles (SSP) y el 14.29 % agrisilvipastoriles y poseen un área de 0.02 a 1.33 ha. En cada tecnología predominante (árboles en linderos, cortinas rompeviento, árboles en cultivos transitorios, SSP y huertos caseros), se observó la estructura multiestrato con la prevalencia de yagual, quishuar, lupino, tilo y colle. La biomasa del componente leñoso y la interacción árbol-cultivo varían ante las condiciones de manejo, arreglo agroforestal y edad del AUM, resultando cada SAF en una especificidad.

El lupino, tilo y malva son utilizados como forraje, lo que de acuerdo a otras investigaciones podría constituirse en una alternativa viable para la alimentación animal suplementaria. Según los reportes de proteína y energía de lupino y tilo, el estado de madurez media es ideal para corte, en tanto que para malva constituyen las partes tiernas, lo que deriva una relación indirecta del porcentaje de proteína, digestibilidad, consumo y la edad del forraje.

Se registraron las FI de la microcuenca con base en los parámetros para la caracterización de FI generados con el apoyo del centro Bioforesta, además como nuevos registros constan el piquil (*Gynoxis* sp.), chachacón (*Escallonia myrtilloides* L.F.) y árbol solitario (*Buddleja pichinchiensis* K.) como nativas y fagus (*Fagus americana*) como naturalizada. Se aprecia la mayor concentración de FI de especies naturalizadas en el estrato bajo (59.52 %), seguido del 28.57 % en el estrato medio y 14.28 % en el estrato alto donde predominan las especies nativas.

Se identificaron en el estrato bajo dos viveros privados y un vivero comunitario de la UCASAJ, donde las prácticas de mantenimiento se ejecutan con jornaleros y mingas. En el vivero comunitario se sistematizó la multiplicación de yagual, lupino y tilo y en el laboratorio del centro Bioforesta se determinó la calidad de las semillas de lupino, colle, chachacón, malva roja, lupino, mil mil, llin llin, piquil y quishuar. Los viveros y técnicas de multiplicación de AUM son escasos y aún requieren ser mejorados para asegurar la conservación y masificación agroforestal, de ahí la necesidad de validar los parámetros de evaluación fenotípica de AUM y generar protocolos de multiplicación.

Descriptores: Agroforestería, microcuencas, sistemas agroforestales alto-andinos, árboles de uso múltiple, técnicas de multiplicación.

SUMMARY

Problems of winds and icy, as well as of firewood supply, wood and forage, they characterize to the Andean region. In such circumstances, the survival of the communities, is associated to the search of an earth space to cultivate the basic thing and to get something of firewood to prepare its foods. On the other hand the possession of not very terrestrial limit the access to programs of massive reforestation, in which case the agroforestry is revealed as high-priority alternative. Andean communities have gone losing their traditional knowledge of the trees of multiple use (TMU), all that which has led to a situation of rural poverty.

The “río Chimborazo” subwatershed, located in the province of same name, isn’t unaware to this complex problem and to face these, to generate information and to establish TMU in agroforestry systems (AS), it thought the study *“Prospecting of trees of multiple use for the management and the sustainable handling of río Chimborazo subwatershed”* like part of the project *“Iniciativa interinstitucional de investigación/desarrollo agroforestal participativo para la protección y manejo sostenible del suelo”* that it executes the “Programa Nacional de Forestería-INIAP” in here.

The general objective of this study was to identify and to characterize TMU in "río Chimborazo" subwatershed by means of the active participation of the organizations UCASAJ and FOCIFCH. The specific objectives: *i)* to identify and to prioritize TMU native and naturalized for the sustainable handling of the subwatershed *ii)* to identify the AS in which associate the prioritized trees and to evaluate them agronomically. *iii)* to determine and to select "*fuentes semilleras identificadas*"(FI) of trees prioritized in the AS. *iv)*to systematize technical of multiplication of trees prioritized to promote the masificación of AS.

Were identified 30 species of TMU and with base in the functional approach the yagual was prioritized (*Polylepis racemosa* H.B.K., *P. incana* K.), malva roja (*Lavatera assurgentiflora* K.), tilo (*Sambucus nigra* L.), kishwar (*Buddleja incana* R.&P.), lupino or alfalón (*Genista monspessulana* L.A.S.), llin llin (*Senna multiglandulosa* J.H.S. and *S. sp.*), kolle (*Buddleja coriaceae* H.B.K.), piquil (*Gynoxis* sp.), futag (*Salvia macrostachya* K.), chilka (*Baccharis latifolia* R&P.P.), guantug (*Brugmansia arborea* L.). The families of the subwatershed prefer the chilca firewood, yagual, quishuar, lupino, tilo and colle; the women know what firewood type it wastes more slowly and which enhances to the flavor of the foods, with the result that AS could diminish the pressure on the “relictos” of AUM.

The seven representatives AS are “simultáneos” and they’re located in the low stratum, 47.14% are of “agrisilvícola” type, the 28.27% “silvopastoriles” and the 14.29% “agrisilvipastoriles” and they possess an area from 0.02 to 1.33 ha. In each predominant technology (árboles en linderos, cortinas rompeviento, árboles en cultivos transitorios, silvopastoriles and huertos caseros), the structure

“multiestrato” was observed with the yagual predominance, quishuar, lupino, tilo and colle. The woody biomass and the interaction tree-crop depending of the handling conditions, structure and age of the TMU, being each AS in a specificity.

Lupino, tilo and malva are used as forage, what could be constituted in a viable alternative for the supplementary animal feeding according to other investigations. According to the protein and energy reports of lupino and tilo, the state of half maturity is ideal for court, and for malva they constitute the tender parts, what derives an indirect relationship of the protein percentage, digestibility, consumption and the age of the forage.

The FI of subwatershed registered with base in parameters for the characterization of FI generated with the support of the Bioforesta center, also as new registrations they are piquil (*Gynoxis* sp.), chachacón (*Escallonia myrtilloides* L.F.) and árbol solitario (*Buddleja pichinchiensis* K.) as native and fagus (*Fagus americana*) as naturalized. The biggest concentration in FI of naturalized species is appreciated in the low stratum (59.52%), followed by 28.57% in the half stratum and 14.28 % in the high stratum where the native species prevail.

Two private forest nurseries and one community forest nursery “UCASAJ” were identified in the low stratum where the maintenance practices are executed with productive wages and “mingas”. In “UCASAJ” was systematized the multiplication of yagual, lupino and tilo and in Bioforesta laboratory was determined the quality of the lupino seeds, colle, chachacón, malva roja, lupino, mil mil, llin llin, piquil y quishuar. The viveros and technicals of multiplication of TMU they are scarce and they still require to be improved to assure the conservation and reforestation. Therefore it is necessary to validate the parameters of evaluation fenotípica of TMU and to generate multiplication protocols.

Keywords: Agroforestry, subwatersheds, Andean agroforestry systems, trees of multiple use, technicals of multiplication.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALVARADO, J.; LÓPEZ DE LEÓN, E.; MEDINA, B.** s.f. Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agrosistema café en Guatemala. PROMECAFE. Boletín 105. p. 7-14
2. **ANDRADE, H.; IBRAHIM, M.** 2002. Fijación de carbono en sistemas silvopastoriles: una propuesta metodológica. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 12 p.
3. **ANDRICAÍN, C.; OSORIO M.** 2006. Diagnóstico Participativo Comunitario, Microcuenca del río Chimborazo. Quito, EC. BIOANDES. 108 p.
4. **AÑAZCO R., M.** 2000a. Introducción al manejo de los recursos naturales y a la agroforestería. Quito, EC. CAMAREN. 115 p.
5. _____ 2000b. Agroforestería, Coordinación RAFE. Selección de especies y manejo de semillas. Quito, EC. CAMAREN. 78 p.
6. **ARÉVALO, A.** 2006. Clasificación funcional de los sistemas agroforestales. Cátedra Agroforestería. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Apuntes personales: 15 set. 2006. 26 p.
7. **BARSKY, O. et al.** 1980. El proceso de transformación de la producción lechera serrana y el aparato de generación transferencia en Ecuador. Documento FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, EC). PROTAAL no. 40. Proyecto Cooperativo de Investigación Sobre Tecnología Agropecuaria en América Latina. p. 45-47
8. **BENALCÁZAR V., P.; IBARRA L., CR.** 2007. Definición de alternativas forestales y agropecuarias en tres comunidades de la microcuenca del río Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. 183 p.
9. **BIOFORESTA** (Centro de Capacitación Forestal Bioforesta, EC). 2009. Cartilla técnica. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 10 p.
10. **BRANDBYGE, J.; NIELSEN, H.** 1992. Programa de reforestación en áreas marginales de la sierra ecuatoriana: reforestación de los Andes ecuatorianos con especies nativas. Quito, EC. Central Ecuatoriana de Servicios Agropecuarios. 110 p.
11. **BURNIE, G. et al.** s.f. Botánica. Guía ilustrada de plantas. Más de 10000 especies de la A la Z y cómo cultivarlas. Barcelona, ES. Konemann. p. 368, 1021 p.

12. **CAÑADAS, L.** 1983. El mapa bio-climático y ecológico del Ecuador. Quito, EC. MAG- PRONAREG. 210 p.
13. **CARANQUI, J.** 2008. Clasificación botánica de leñosas altoandinas. Riobamba, EC. Herbario - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Comunicación personal).
14. **CASTILLO B., E.; GONZÁLEZ L., N.** 2006. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible: enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras. Programa 21: Cumbre de la Tierra, Informe técnico no. 1. Lima, PE. FAO. 52 p.
15. **CUVI, N. et al.** 2002. Biodiversidad del Ecuador, el conocimiento indígena, esencial para el desarrollo sostenible y la gestión de la biodiversidad. Consultado 1 abr. 2009. Disponible en: www.unesco.org/water/index.es.shtml.
16. **CATIE** (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR); **CRS** (Catholic Relief Service). 2007. Plan de manejo de la cuenca binacional del río Goascorán: programa binacional de desarrollo fronterizo Honduras- El Salvador. Turrialba, CR. 161 p.
17. _____. 2008. Curso Internacional Planificación para el Manejo de Cuencas: módulo 1 y 2. Turrialba, CR. Benegas, L. y Faustino, J. 75 p.
18. **CESA** (Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas, EC). 1984. Especies forestales nativas en los Andes ecuatorianos: programa de forestación. Quito, EC. Mendieta. 50 p.
19. _____; **Intercooperation** (Cooperación para el Desarrollo y la ayuda humanitaria, CH). 1991. Programa de conservación de los recursos naturales en áreas marginales de la Sierra ecuatoriana: usos tradicionales de las especies forestales nativas en el Ecuador. Quito, EC. Tomo 1. p. 19
20. _____; **Intercooperation** (Cooperación para el Desarrollo y la ayuda humanitaria, CH). 1993. Usos tradicionales de las especies forestales nativas en el Ecuador. Quito, EC. Tomo 3. 256 p.
21. **COROBICI.** 2004. Reunión de Expertos en Conocimiento Tradicional Relacionado con los Bosques. Declaración colectiva en torno a los pueblos indígenas y la protección del conocimiento tradicional. Foro Permanente de Naciones Unidas en asuntos indígenas. CR. Consultado 17 ene. 2008. Disponible en: www.ipcb.org.
22. **Dardón S., J.; Morales G., C.** 2002. La cuenca hidrográfica y su importancia para la gestión regional del desarrollo sustentable del altiplano occidental de Guatemala, Quetzaltenango. Guatemala, GT. Centro pluricultural K'emb'al Tinimit. 32 p.
23. **DDA-UICN** (Cooperación para el Desarrollo y la ayuda humanitaria-Intercooperation y Unión mundial para la naturaleza, CH). 1993? Bosques nativos andinos y comunidades: caracterización e identificación de la problemática en Ecuador. Quito, EC. Tomo 1 104 p.

24. **DE HEK, S.; KIERSCH, B. y MAÑÓN A.** 2003. Aplicación de Pago por Servicios Ambientales en manejo de Cuencas Hidrográficas: lecciones de experiencias recientes en América Latina. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CH). Consultado 16 abr. 2008. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agl/watershed> p. 9 p.
25. **DFC** (Desarrollo Forestal Campesino en los Andes, EC). 1998. Plantaciones agroforestales. Quito, EC. Cartilla de capacitación no. 2. 40 p.
26. **ECOPAR – IDRC** (Cooperación Ecodesarrollo Participativo de los Andes, EC – International Development Research Centre, EU). 2006. Aprendizaje Participativo en el Bosque de Ceja Andina: resultados de un proceso de aprendizaje participativo y fortalecimiento de capacidades locales. Quito, EC. Ambrose K *et al.* (comp. y eds.) 298 p.
27. **ESTRADA A., J.** 2002. Pastos y forrajes en el trópico colombiano. Universidad de Caldas, Ciencias Agropecuarias. p: 180-190. 511 p. Consultado: 10 ago. 2009. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=qhbLgdouyJkC&dq=an%>.
28. **FAO** (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1995. Pequeñas industrias forestales: carpintería comunal en San Juan de Chimborazo. Quito, EC. Proyecto FAO-Holanda. Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. p 131, 217 p.
29. _____. 2000. Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂. Informes sobre recursos mundiales de suelos no. 88. Roma, IT. 98 p. Consultado 12 mar. 2008. Disponible en www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S06.htm - 81k.
30. **GONZÁLEZ P., J.** 2009. Estudio comparativo de tres sistemas silvopastoriles como alternativa para la gestión sostenible de recursos naturales de la microcuenca del río Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 120 p.
31. **GRIJALVA O., J. et al.** 2004. Experimentación campesina y alternativas silvopastoriles en zonas de montaña. Construyendo caminos hacia el desarrollo sostenible en los Andes ecuatorianos. Quito, EC. INIAP. Boletín técnico no. 116. 41 p.
32. _____. 2006. Proyecto Iniciativa interinstitucional de Investigación/Desarrollo Agroforestal Participativo para la protección y manejo sostenible del suelo en la microcuenca del río Chimborazo. Quito, EC. INIAP, PNF, EESC. 22 p.
33. **GUTTERIDGE, R.; SHELTON, H.** (4, 1995, Chapingo MX). 1995. El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. Comp. Krishnamurthy, L. Chapingo, MX. Departament of Agriculture, University of Queensland, AU. p. 201-227
34. **HEREDIA, R.; HOFSTEDE, R.** 1999. Proyecto de investigaciones en páramos y bosques andinos: metodología para una identificación, evaluación

y clasificación de fuentes semilleras aplicable en especies nativas andinas. Quito, EC. ECOPAR. 42 p.

35. **HOLDRIDGE, L.** 1982. Ecología basada en zonas de vida. trad. del inglés por Humberto Jiménez. 2 ed. San José, CR. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p. 8-12
36. **HUARACA C., J.** 2005. Localización, selección de fuentes semilleras de Quishuar (*Buddleja incana*) en la provincia de Chimborazo, análisis de calidad de semillas y desarrollo de las plantas en vivero. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 82 p.
37. **IABIN** (Red Interamericana de Información sobre biodiversidad, CR). *et al.* 2008. Definiciones y alcances de la base de datos. Consultado 23 jul 2008. Disponible en: <http://invasoras.acebio.org/alcance.asp>
38. **IICA** (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR); **CATIE** (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2004. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y el CATIE. 4 ed. Turrialba, CR. Biblioteca Orton. 25 p.
39. **IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change, EU). 2001. Working Group III. Mitigation. Third Assessment Report Climate Change 2001 and the Synthesis Report. GRID-Arendal in 2003. Consultado 7 jul. 2009. Disponible en http://www.grida.no/publicatio/climate/ipcc_tar/index.htm
40. **INEFAN** (Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre, EC). 1995. Acción en defensa de los bosques y el medio ambiente. Quito, EC. 40 p.
41. **JARA N., L.** 1998. Selección y manejo de rodales semilleros: Proyecto de semillas forestales. 2 ed. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 106 p.
42. **JIMÉNEZ, F.** *et al.* 2001. Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal no. 6: funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 187 p.
43. **JIMÉNEZ, F.** 2007. Curso de maestría. Manejo de cuencas hidrográficas i. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Acción - investigación participativa. Turrialba, CR. CATIE. 42 p.
44. **JØRGENSEN, M.; LEÓN, Y.** 1999. Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. Hollowell Victoria C. Missouri, Botanical garden, Herbario Q.C.A., Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Herbario Nacional, Museo ecuatoriano de Ciencias Naturales and Department of Systematic Botany, Aarhus University. 1180 p.
45. **LOJÁN, L.** 1992. El verdor de los Andes. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Quito, EC. FAO. 218 p.
46. _____. 2003. El verdor de los Andes ecuatorianos, realidades y promesas. Quito, Ecuador. FAO. 296 p.

47. **MACDICKEN, K.** 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest carbon monitoring program. Agency for International Development and the Winrock International Institute for Agricultural. 87 p.
48. **MAGAP** (Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca, EC). 2006. Políticas de Estado para el agro. 2007-2017. Quito, EC. 1 disco compacto, 8 mm.
49. **MARTÍNEZ, E.** 2004. Se precipita el retroceso de los glaciares andinos. Revista: tendencias científicas. Consultado 15 ene. 2008. Disponible en: http://dave.madteam.net/blog001002/art_23/
50. **MARTÍNEZ A., M.** 2009. Isidoro Quinde, del huerto a la sabiduría: más de 30 años lleva recopilando los saberes ancestrales. El Telégrafo. Quito, EC. 19 ago: 12.
51. **MEDINA, G; MENA, P.** 1999. El páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Proyecto ECOPAR. GTP/Abya Yala. Quito. (Serie Páramo 1). Consultado 15 ene. 2008. Disponible en <http://www.condesan.org/e-foros/paramos2/PonenciaRHTema3.htm>
52. **MIÑO, W.** 1985. Haciendas y pueblos en la sierra ecuatoriana. Quito, EC. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. 3, cap. 2: 199-201. 201 p.
53. **MONTAGNINI, F. et al.** 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. rev. y aum. Organización para estudios tropicales. San José, CR. Agencia Internacional para el Desarrollo. 14 p.
54. **NAIR P., K.** 1985. An introduction to agroforestry. Cooperation with ICRAF (International Centre for research in agroforestry, USA). 3: 97-128. Consultado 02 ago. 2009. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/k31013600k762483/>
55. **NARVÁEZ, R.** 2004. Norma de semillas forestales, acuerdo 003. Quito, EC. Ministerio del Ambiente. 40 p.
56. **NIETO C., C.; RAMOS V., R.; GALARZA R., J.** 2004. Sistemas Agroforestales aplicables en la Sierra Ecuatoriana, Resultados de una década de experiencias de campo. Quito-EC. INIAP. Boletín técnico no. 122. 195 p
57. **ONDRA, N.** 2008. Caracterización de *Sambucus nigra*. Consultado: 10 feb. 2009. Disponible en: <http://www.gardeninggonewild.com/p=1150>.
58. **ORDÓÑEZ, L.; ARBELÁEZ, M.; PRADO, L.** 2004. Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra ecuatoriana y Norte del Perú. Quito, EC. ECOPAR. 160 p.
59. **OSPINA A., A.** 2006. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Santiago de Cali, CO. ACASOC. 209 p. (Serie Agro-forestería).
60. **PALADINES, O.** 2004. Principales recursos forrajeros para las tres regiones del Ecuador. Cátedra Pastos y forrajes. Quito, EC. Universidad Central del

Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Apuntes personales: 11 nov. 2005. 140 p.

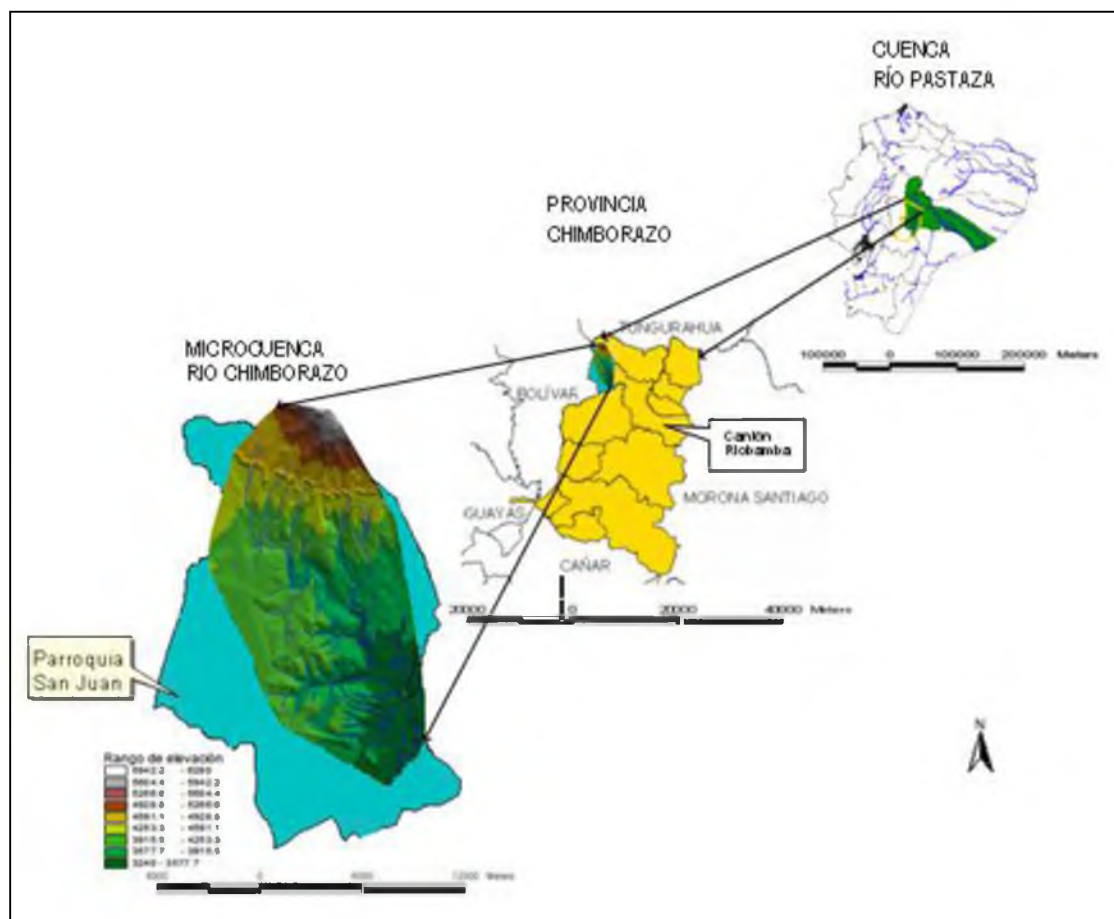
61. **PEÑAFIEL, M.; UNIGARRO, P.** 2006. Determinación de la variabilidad, distribución y manejo del motilón silvestre (*Freziera sp.*) en la cuenca alta del río Pasto, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis Ing. Agroforestal. Pasto, CO, Universidad de Nariño. 92 p.
62. **PDA-UOCIC** (Programa de Desarrollo de Área - Unión de Organizaciones Campesinas Indígenas intercomunales Chimborazo Rey de los Andes, EC). 2006. Diagnóstico participativo comunitario. San Juan, Chimborazo, EC. Sinchiguano y equipo de facilitación. Visión Mundial. 193 p.
63. **PÉREZ S., E.** 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis M.Sc. en Agroforestería Tropical. Turrialba, CR. Escuela de Posgrado CATIE. 138 p.
64. **PROAÑO, M. et al.** 2001. ¿Los pobres deterioran el ambiente? Caso de estudio de la subcuenca del río El Ángel. Quito, EC. FUNDAGRO. 22 p.
65. _____ . **et al.** 2002. Pobreza rural – deterioro ambiental. La deforestación del bosque andino en la zona alta de la subcuenca del río El Ángel durante el período 1965-1993. Quito, EC. FUNDAGRO. 29 p.
66. **PROFOGAN** (Proyecto de Fomento Ganadero, EC), **MAG** (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC); **GTZ** (Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania). 1992. La racionalidad de una economía agropecuaria: una contribución hacia el desarrollo en los páramos ecuatorianos. Sistemas de producción. Quito, EC. Abya-Yala. Serie técnica no. 2. 178 p.
67. **PNF** (Programa Nacional de Forestería, EC). 2008. Caracterización de la microcuenca del río Chimborazo. Proyecto Iniciativa interinstitucional de Investigación/Desarrollo Agroforestal Participativo para la protección y manejo sostenible de la microcuenca del río Chimborazo. Riobamba, EC. INIAP. 44 p.
68. **RAMAKRISHNA, B.** 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas: conceptos y experiencias. San José, CR. GTZ, IICA. 338 p. (Serie investigación y educación en desarrollo sostenible no. AI SC-97-02-03). Consultado 22 ene. 2009. Disponible en: <http://books.google.com.ec/booksid=HgRoOLqyDNAC&dq=Ramakrishna>
69. **RAMOS V., R.** 1997. Respuesta de tres raíces andinas: zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.), miso (*Mirabilis expansa* R & P.) y jicama (*Polimnia sonchifolia* P & E.); dos pastos y una mezcla forrajera, al efecto de tres sistemas agroforestales preestablecidos. Tesis Ing. Agr. Cuenca, EC, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 104 p.
70. _____. 2006. Proyecto caracterización, validación y mejoramiento de alternativas agroforestales para sistemas productivos de la sierra ecuatoriana. Quito, EC. INIAP, PNF. 24 p.

71. **RODRÍGUEZ R., J.; NIETO R., V.** 1999. Investigación de semillas forestales nativas. Bogotá, CO. INSEFOR. Serie técnica no. 43. 87 p.
72. **SILVA, L.; TRIVIÑO, T.** 1990. Reforestación: pensando para hoy y el futuro. Bosques y desarrollo. Bogotá, CO. Carlos Herz. p. 16
73. **SIPCOSEFNA**, 2004. Calendario fenológico: recolección de semillas y frutos. Sistema participativo de producción, procesamiento y comercialización de semillas y material vegetativo de calidad conocida de seis especies forestales nativas de Chimborazo. Riobamba, EC. 28 p.
74. **STEEL R., G.; TORRIE J., H.** 1988. Bioestadística principios y procedimientos. Trad. Martínez, R. Rev. Castaño, J. M. México D.F., MX. McGraw-Hill. 622 p.
75. **SUQUILANDA V., MB.** 2003. Producción orgánica de hortalizas en Sierra Norte y Central del Ecuador. Universidad Central del Ecuador, FCA. Tumbaco, Ecuador. Cap 3. p. 109-123
76. **THRUPP, L.; MAYORGA, A.** 2005. Ser humano y recursos naturales: la búsqueda del equilibrio. Perspectiva de género en manejo y política forestal en América Central. Revista Forestal Centroamericana. Turrialba, CR. CATIE. p. 19 - 20
77. **TILLMANN, H.; SALAS, M.** 1994. Nuestro congreso: manual de diagnóstico rural participativo para la extensión campesina. Turrialba, CR. GTZ. 180 p.
78. **TORQUEBIEAU, E.; ICRAF** (International Centre for Research in Agroforestry, USA). (4, 1995, Chapingo MX). 1993. Conceptos de agroforestería: una introducción Comp. Krishnamurthy, L. Chapingo, MX. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. p. 18-77
79. **TRUJILLO N, E.** 2004. Errores frecuentes en el manejo de semillas, viveros y plantaciones forestales. CONIF. Bogotá, CO. (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Serie de documentación no. 49. 20 p.
80. **VALLEJO, L.** 1986. Cartas de suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Instituto Geográfico Militar. Elaboración cartográfica. Publicación auspiciada por CLIRSEN-FERTISA e IGM. Quito, EC. Esc. 1:200000. Color.
81. **VERDEJO, M.** 2003. Diagnóstico Rural Participativo, Guía práctica. Proyecto comunidad y didáctica. Santo Domingo, DO. 118 p. Consultado 28 mar. 2008. Disponible en [http:// www.centropoveda.org/publicaciones.pdf](http://www.centropoveda.org/publicaciones.pdf)
82. **WOOD, PJ.; BURLEY, J.** 1995. Un árbol para todo propósito: introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para agroforestería. San José, CR. Centro Internacional para Investigación y Agroforestería. IICA. 180 p.
83. **YAGUACHE, R.; CARRIÓN, R.** 2000. Establecimiento de plantaciones. Quito, EC. CAMAREN. 89 p.

- 84. YAGUACHE, R.** 2004. Construyendo una experiencia de desarrollo: El manejo de recursos forestales en Pimampiro. Disponible en cederena@easynet.net.ec. Loja, EC. Corporación para el Desarrollo de los Recursos Naturales. 100 p.
- 85. YANCE, P.** 1995. Bosques y Desarrollo. Forestería comunal en microcuencas altoandinas. Manejo sustentable: un largo camino por recorrer. Lima, PE. Desarrollo forestal de PRONAMACHCS. no. 13. p. 15-18

ANEXO 2.

Localización del área de estudio.



Fuente: Mapa base SIG (2005), Programa Nacional de Forestería INIAP.

ANEXO 3.

Guía para talleres de identificación de AUM en la microcuenca del río Chimborazo.

Taller No.

A. Objetivo: Identificar y priorizar AUM

B. Estrategia metodológica.

1. Parte preliminar:

- a. Bienvenida y presentación del taller y el propósito (objetivos).
- b. Conformación de dos grupos: uno de hombres y otro de mujeres.

2. Desarrollo:

- a. Identificación de AUM mediante la formulación de preguntas guía:
 - ¿Cuáles son los árboles o arbustos nativos que tienen en sus fincas?
 - ¿Cuáles arbolitos o arbustos están en quebradas o vertientes?
- b. Elaboración de una lista de AUM.
- c. Validación de las AUM identificadas mediante respaldos y fotografías, u otros y ubicación en tarjetas de colores.
- d. Priorización de AUM de acuerdo a la metodología de Diagramas de Venn o tortillas, recomendada por Verdejo (2003), durante la cual se formularán las preguntas guía y a partir de las respuestas obtenidas, se realizarán preguntas indirectas tratando de establecer una conversación fluida, así por ejemplo:
 - ¿Por qué consideran importantes a estos arbolitos y/o arbustos?
 - ¿Cuáles son los productos principales que obtienen?
 - ¿Sirven como alimento para las vacas, cuyes, ovejas u otros? (forraje)
 - ¿Utilizan alguna parte del arbolito para consumo familiar, los frutos, hojas, etc.?
(alimento)
 - ¿Sirve para realizar artesanías? (artesanal)
 - ¿La utilizan como leña, madera o estacas? (madera)
 - ¿Qué parte de los arbolitos o arbustos utilizan para curar? ¿Cómo la utilizan y para qué tipo de afecciones sirve?(medicinal)
 - ¿Cuáles son las ventajas de tener los arbolitos o arbustos en sus fincas?
 - ¿Los arbolitos o arbustos están cerca de las vertientes o quebradas? (Servicios: conservación del suelo, protección contra heladas, aumento de la producción, delimitación de áreas en la finca o entre fincas, cercas o barreras para impedir el paso de los animales, entre otros).
 - ¿Junto a qué cultivos se encuentran los arbolitos o arbustos en sus fincas?
 - ¿Qué problemas principales tienen los arbolitos o arbustos en sus fincas?
 - ¿Tienen problemas con plagas?
 - ¿De dónde obtienen la semilla?
 - e. Resumen de las características más importantes de los AUM.
 - f. Sistematización de la información.
 - g. Verificación de la información obtenida.

3. Cierre.

- a. Evaluación y análisis de los aspectos más importantes y novedosos.
- b. Despedida y determinación de personas clave para la identificación de AUM

ANEXO 4.

Guía para recopilación de información de AUM en la microcuenca del río Chimborazo.

Estrato: Informante (s): guía No. Nombre local (AUM):		
Asociaciones	<p>Cerca viva (CV), Árboles en linderos (L), Barrera rompeviento (RV), Árboles en contornos o terrazas (C-T), Árboles en cultivos transitorios (C), Árboles en pasturas (SP), Cultivos en fajas (F), Barbecho o rastrojo (B), Huerto familiar (H), Bosquete (Bs), otros.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	Asociaciones
Productos	<p>i) Forraje y/o abono verde, ii) Productos alimenticios, iii) Materiales de uso artesanal, iv) Materiales de uso industrial, madera, leña, estacas, v) Medicinal (hojas, flores, frutos, corteza, etc., modo de uso y aplicación), otros.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	Productos
Servicios	<p>Recuperación o conservación de suelos (Cs), control de erosión (Er), Aumento de la producción del sistema (Δ), Regulación micro-climática y/o agua y/o humedad (mc), Impedir el paso de personas y/o animales (II), Delimitación de áreas en finca y/o entre fincas (C), otros.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	Servicios
Propagación	<p>Material y Proceso de multiplicación (M)</p> <p>.....</p> <p>Época de floración (fl).</p> <p>Época de fructificación (fr).</p> <p>Época de recolección de semilla (s)</p>	Propagación

ANEXO 5.

Criterios técnicos para la priorización de AUM en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo.

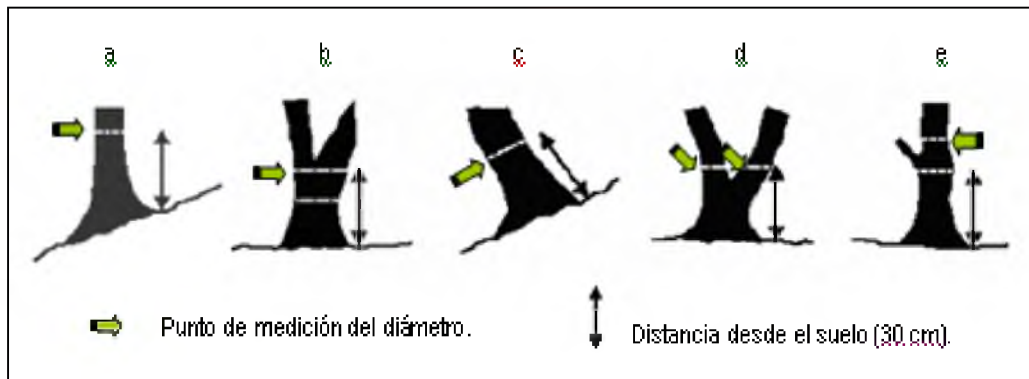
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	♣	♣	♣	♣								♣	♣				♣
B				♣											♣		♣
C	♣	♣	♣	♣								♣					♣
D	♣	♣		♣	♣	♣	♣		♣			♣	♣				♣
E		♣			♣	♣	♣				♣	♣		♣			♣
F	♣		♣	♣	♣		♣					♣	♣		♣		♣
G	♣	♣	♣	♣	♣				♣	♣							♣
H	♣	♣			♣							♣	♣				♣
I													♣		♣	♣	♣
A	SAF Cerca viva								1	PROPIEDADES DE LOS AUM Rápido crecimiento							
B	Árboles en linderos								2	Alta sobrevivencia luego del trasplante							
C	Barrera rompeviento								3	Alta capacidad de rebrote							
D	Árboles en contornos o terrazas								4	Sistema radical profundo							
E	Árboles en cultivos transitorios								5	Hábil fijadora de nitrógeno atmosférico							
F	Árboles en pasturas								6	No reproducirse sin control							
G	Cultivos en fajas								7	Generar poca sombra.							
H	Barbecho o rastrojo								8	Producir abundante follaje							
I	Huerto familiar								9	Alta producción de hojarasca							
									10	Hojas pequeñas							
									11	Hojarasca de rápida descomposición.							
									12	No ser quebradizos							
									13	Generar varios productos							
									14	No poseer corteza apetecible por los animales							
									15	Tener larga vida							
									16	Tener abundante producción de frutos							
									17	No presentar efectos alelopáticos nocivos							

Notación: ♣ representa la interacción SAF's-AUM.

Fuente: Adaptado de Ospina (2006), Wood y Burley (1995).

ANEXO 6.

Posición de la cinta para la medición del diámetro de árboles de uso múltiple (AUM).

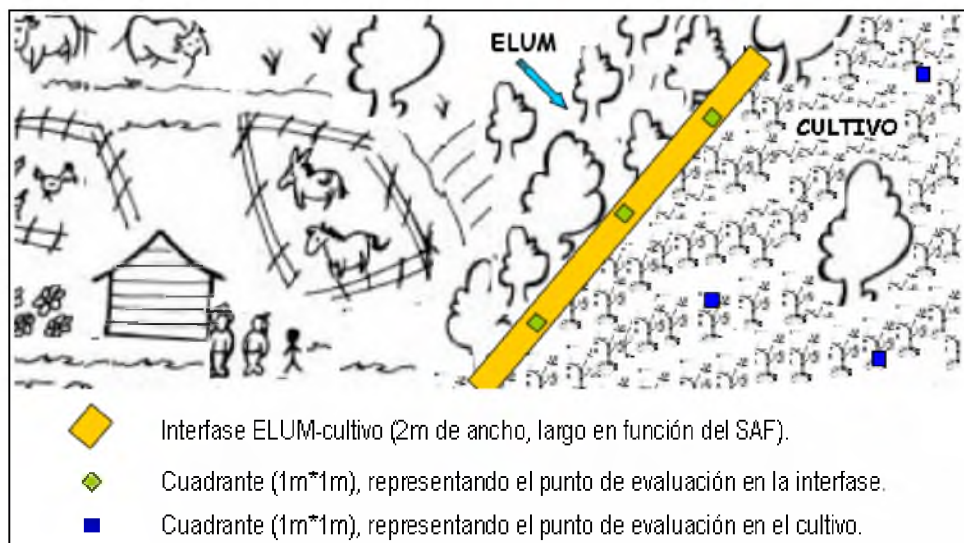


Notación: a. en terreno inclinado b. con un solo fuste c. inclinado en terreno inclinado d. con varios fustes e. con ensanche de ramas.

Fuente: Adaptado de FAO (2000).

ANEXO 7.

Ejemplo para la evaluación de interacciones en un sistema agroforestal (SAF).



Fuente: Adaptado de Ospina (2006).

EXO 8. Matriz de prioridades para la segunda priorización de AUM en la microcuenca del río Chimborazo.

Beneficio Prioridad	PRODUCTOS				SERVICIOS				USO			
	Leñosa	Ponderación	<i>ni</i>	Priorización	Leñosa	Ponderación	<i>ni</i>	Priorización	Leñosa	Ponderación	<i>Ni</i>	Priorización
1	yagual	8	34	272	tilo	6	25.00	150	tilo	7.00	55.0	385
2	tilo	8	20	160	yagual	6	21.00	126	yagual	7.00	45.0	315
3	lupino	6	29	174	malvas	6	20.00	120	colle	6.00	47.0	282
4	quishuar	6	24	144	marco	5	24.00	120	apuk	5.50	42.0	231
5	chilca	5	24	120	chilca	5	23.00	115	arrayàn	5.00	40.0	200
6	lilin llin*	6	17	102	tutag	5	23.00	115	lupino	5.50	30.0	165
7	capulí	4	16	64	quishuar	5	20.00	100	marco	4.50	44.0	198
8	retama*	4	17	68	lilin llin*	5	17.00	85	pishi	4.50	37.0	167
9	tutag	5	17	85	guantug	5	17.00	85	piquil	5.00	31.0	155
10	apuk	3	16	48	lupino	5	13.00	65	tutag	4.00	34.0	136
11	malvas	7	11	77	capulí	4	14.00	56	chilca	5.50	26.0	143
12	marco	5	13	65	retama*	4	14.00	56	guantug	4.50	31.0	140
13	guantug	6	9	54	pishi	4	11.00	44	malvas	5.00	16.0	80
14	arrayàn	3	10	30	apuk	5	7.00	35	aliso	4.00	23.0	92
15	piquil	4	7	28	piquil	6	5.00	30	pinllo	5.00	20.0	100
16	colle	5	6	30	jiquerón	5	5.00	25	quishuar	5.00	11.0	55
17	aliso	2	9	18	colle	4	5.00	20	jiquerón	3.00	8.0	24
18	pishi	3	9	27	arrayàn	3	6.00	18	capulí	3.00	13.0	39
19	guarango	2	3	6	aliso	4	4.00	16	guarango	3.00	12.0	36
20	pinllo	2	4	8	pinllo	3	4.00	12	retama	2.50	5.0	13
21	jiquerón	6	0	0	guarango	5	2.00	10	lilin llin	5.50	5.0	28
	Total	100			Total	100			Total	100		

Definición: *ni*: frecuencia absoluta; *Ponderación* por especie, con un rango sugerido de 1 a 10 de acuerdo al criterio técnico e información primaria; *Priorización*: producto de la ponderación por *ni*, para el efecto se realizó una ordenación descendente.

Fuente: Información primaria, Programa Nacional de Forestería 2009 adaptado de Boef y Thijsen (2007).

ANEXO 9.

Matriz para triangulación y priorización de AUM en la microcuenca del río Chimborazo.

Beneficio	Triangulación	
	Prioridad	Ponderación
1	yagual	9
2	malvas	9
3	tilo	8
4	quishuar	8
5	lupino	8
6	llin llin	7
7	jiguerón	7
8	piquil	9
9	colle	5
10	tutag	5
11	chilca	5
12	guantug	5
13	marco	5
14	pishi	3
15	apuk	2
16	arrayán	2
17	retama	2
18	aliso	1
19	pinllo	1
20	capuli	1
21	guarango	1
Total		100

Fuente: Investigación directa, PNF 2009.

ANEXO 10.

Sistemas agroforestales relevantes de la microcuenca del río Chimborazo



Figura 5. Comunidad Chimborazo.



Fotografía 1. Comunidad Chimborazo.



Figura 6. Comunidad Santa Isabel.



Fotografía 2. Comunidad Santa Isabel.



Figura 7. Huerto integral "Los Lupinos".



Fotografía 4. Huerto integral "Los Lupinos".



Fotografía 5. Evaluación de biomasa en el Huerto integral "Los Lupinos".



Figura 8. Silvopastoril Santa Martha.



Fotografía 6. Silvopastoril Santa Martha.

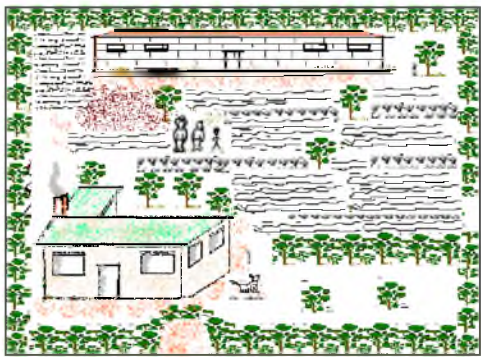


Figura 9. Huerto integral "Los Tilos".



Fotografía 7. Huerto integral "Los Tilos".

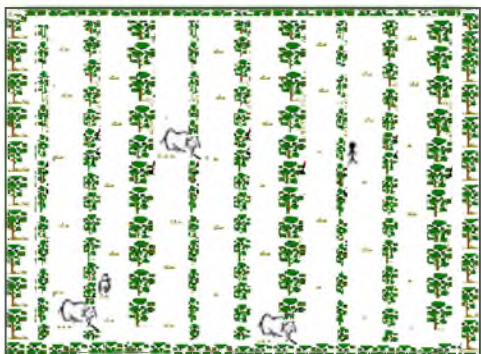


Figura 10. UCASAJ.



Fotografía 8. UCASAJ

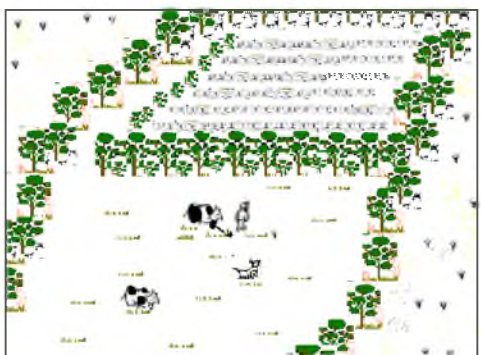


Figura 11. Agrisilvopastoril Shobolpamba



Fotografía 9. Agrisilvopastoril Shobolpamba

ANEXO 11.

Carbono en árboles de uso múltiple en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo

SAF No.	Nombre común	Carbono				
		Total C/AUM	Ramas gruesas	Ramas delgadas	Hojas	Flores
Referencia Cuadro 8.		%/leñosa	%	%	%	%
1	yagual	55.52	57.00	56.07	53.50	
3	lupino	56.80	57.63	57.30	55.47	
4	lupino	55.98	57.57	57.17	53.20	
4	tilo	55.61	56.97	56.07	53.80	52.20
5	quishuar	54.77	55.73	54.57	54.00	
6	colle	56.71	57.63	56.83	55.67	
7	quishuar	55.74	56.97	55.30	54.97	

Fuente: INIAP-EESC Laboratorio de Suelos, plantas y aguas. Informe de resultados de análisis de carbono (Valores promedio expresados en base seca).

ANEXO 12.

Análisis proximal, energía bruta y metabolizable, Ca, P, Van Soest en lupino (*Genista monspessulana* L.A.S), microcuenca del río Chimborazo.

Descriptor	Hojas	Tiernas		Medianamente tiernas		Maduras	
	SAF Unidad	Huerto integral Los Lupinos	Aso. Calera Shobolpamba	Huerto integral Los Lupinos	Aso. Calera Shobolpamba	Huerto integral Los Lupinos	Aso. Calera Shobolpamba
Humedad	%	66.38	71.51	76.89	81.19	68.21	71.28
Cenizas	%	4.16	5.10	6.82	5.63	6.41	7.08
EE	%	2.02	2.84	3.68	3.83	2.68	3.33
Proteína	%	12.34	17.56	23.10	19.61	19.74	20.36
Fibra	%	25.86	25.48	24.79	23.59	19.84	20.99
ELN	%	55.62	49.03	41.61	47.33	51.34	48.24
Calcio	%	0.61	0.73	0.96	0.71	0.81	0.98
Fósforo	%	0.17	0.19	0.32	0.23	0.21	0.20
DIVMS	cal/g	4 393.00	4 458.00	4 494.00	4 507.00	4 399.00	4 418.00
EM	Mcal/kg	2.47	2.65	2.65	2.96	2.78	2.81
FDN	%	43.00	42.78	40.14	38.24	35.50	39.34
FDA	%	30.11	33.13	31.16	30.66	25.72	28.66
Lignina	%	10.09	11.62	8.04	7.45	7.71	8.57

Fuente: INIAP-EESC Departamento de nutrición y calidad. Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. Valores promedio expresados en base seca.

ANEXO 13.

Análisis proximal, DIVSM, Ca, P, Van Soest de malva roja (*Lavatera assurgentiflora* K.) en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo.

Descriptor	Unidad	Tiernas	Medianamente tiernas	Maduras
		Brotos	Parte media	Parte baja
Humedad	%	77.07	78.04	78.05
Cenizas	%	10.48	10.02	10.44
EE	%	4.01	3.45	3.32
Proteína	%	29.69	28.60	27.86
Fibra	%	18.81	15.94	17.85
ELN	%	37.02	41.99	40.54
Calcio	%	2.57	1.93	2.22
Fósforo	%	0.43	0.40	0.43
Energía bruta	%	64.35	69.87	67.02
Energía metabolizable	Mcal/kg	2.33	2.51	2.39
FDN	%	19.10	18.58	19.86
FDA	%	18.96	18.07	19.71
Lignina	%	2.45	3.16	2.89

Fuente: INIAP-EESC Departamento de nutrición y calidad. Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. Valores promedio expresados en base seca.

ANEXO 14.

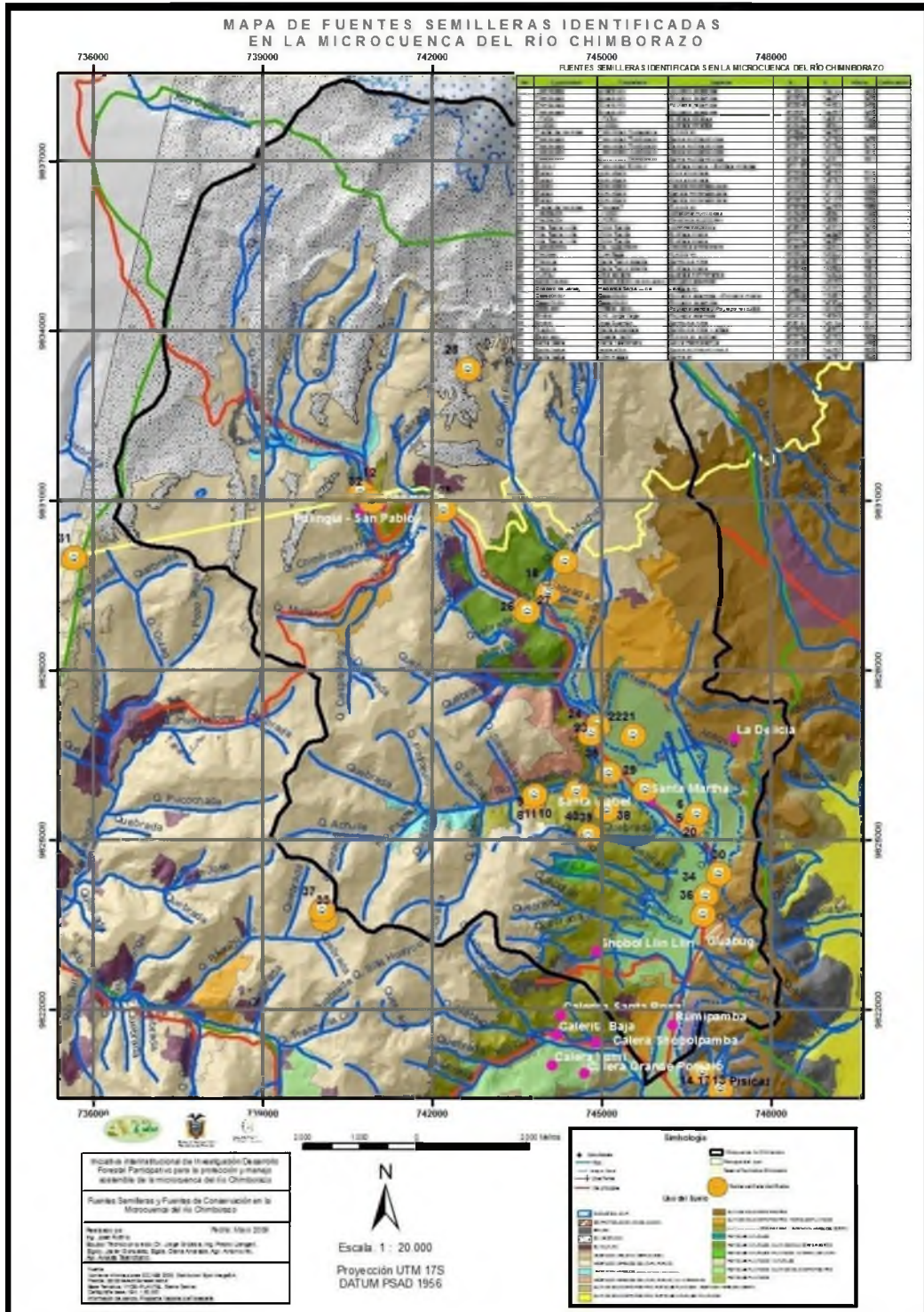
Análisis proximal, DIVSM, Ca, P, Van Soest de tilo (*Sambucus nigra* L.) en SAF's de la microcuenca del río Chimborazo.

Descriptor	Unidad	Tiernas	Medianamente tiernas	Maduras
		Brotos	Parte media	Parte baja
Humedad	%	84.15	86.48	85.48
Cenizas	%	9.05	10.08	9.13
EE	%	3.80	3.72	3.61
Proteína	%	32.63	35.60	32.25
Fibra	%	15.86	17.20	16.26
ELN	%	38.21	33.40	38.75
Calcio	%	1.04	0.79	0.73
Fósforo	%	0.43	0.52	0.45
Energ	%	66.70	59.62	67.70
Energía metabolizable	Mcal/kg	2.44	2.19	2.48
FDN	%	24.98	26.77	24.91
FDA	%	22.42	25.53	24.23
Lignina	%	7.42	8.06	6.51

Fuente: INIAP-EESC Departamento de nutrición y calidad. Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. Valores promedio expresados en base seca.

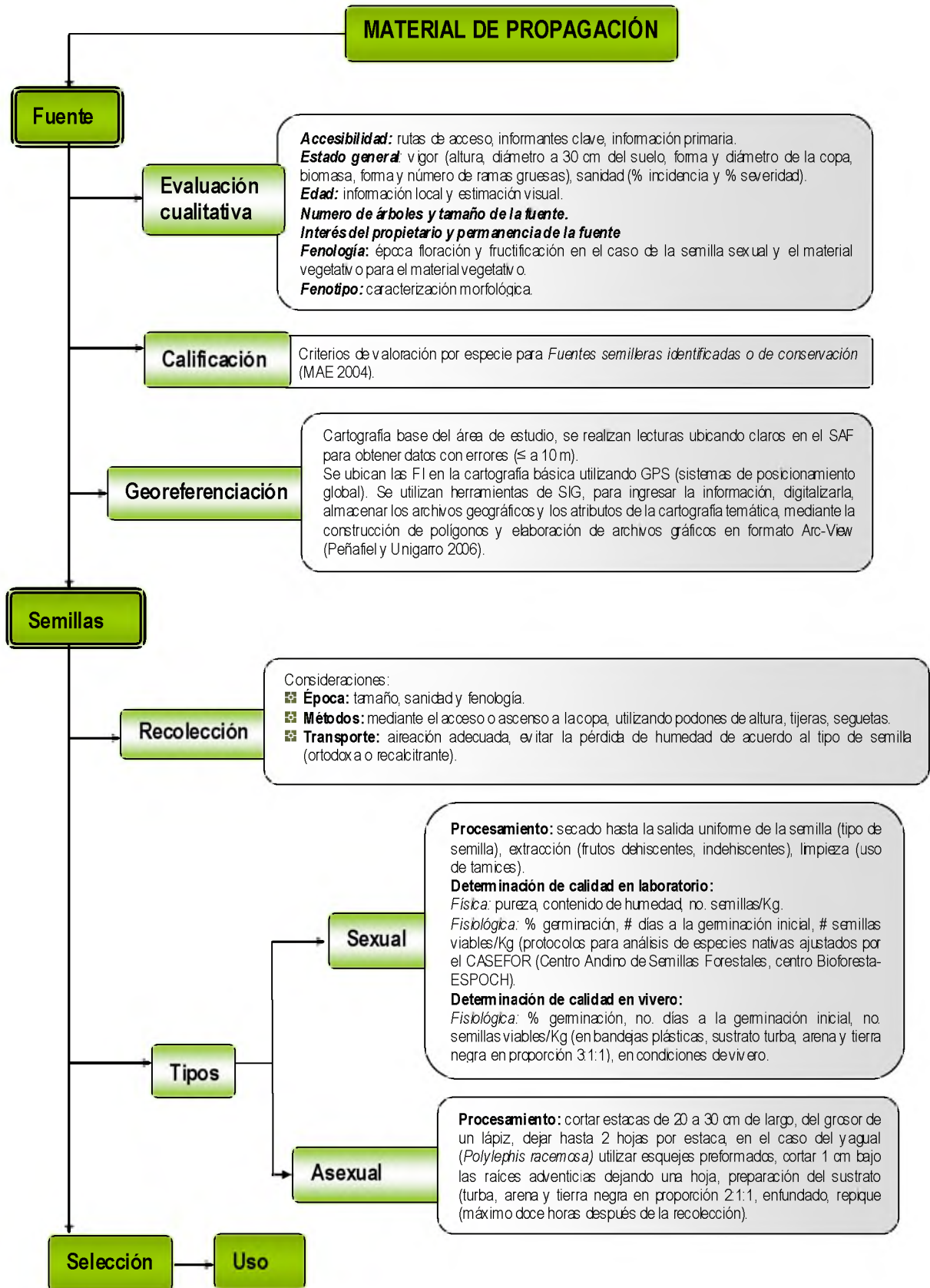
ANEXO 15.

Fuentes semilleras identificadas en la microcuenca del río Chimborazo



ANEXO 16.

Manejo del material de propagación de AUM



ANEXO 17.

Parámetros de evaluación fenotípica de fuentes semilleras identificadas (FI) de árboles de uso múltiple.

Parámetro	Clasificación	Puntaje
Forma de las ramas gruesas	Recto	6
	Ligeramente torcido (curva escasa en 1 ó 2 planos)	4
	Torcido (curva extrema en más de un plano).	3
	Muy torcido (curva extrema en más de un plano).	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	6
	Bifurcado en el 1/3 superior	4
	Bifurcado en el 1/3 medio	3
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1
Dominancia de la rama gruesa	Completa en el eje inicial	2
	Parcial del eje inicial sobre una rama lateral	1
	Completa sobre las ramas laterales	0
Ángulo de inserción de las ramas	De 60-90	3
	De 30-60	2
	De 0-30	1
Forma de la copa	Circular	6
	Circular irregular	5
	Medio círculo	4
	Menos de medio círculo	3
	Pocas ramas	2
	Principalmente rebrotes	1
Diámetro de la copa	Copa vigorosa > 10 m	7
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3
	Copa pequeña < de 5 m	1

Fuente: Heredia y Hofstede (1999) citado y adaptado por Ordóñez *et al.* (2004).

Criterio de valoración para especies multipropósitos cuyo hábito de crecimiento no es recto.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	14 a 20 puntos	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos
2	9 a 13 puntos	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	8 puntos	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos
4	<7 puntos	Mala	Leña, postes y cerca viva

Fuente: Adaptado de Ordóñez (2004).

ANEXO 18.

Parámetros de evaluación fenotípica para la selección de FI de *Polylephis racemosa* H.B.K. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 6 m	8	10
	2 a 6 m	10	
	< 2 m	5	
Edad de la leñosa	> 10 años	15	30
	4 a 10 años	30	
	< 4 años	10	
Estado fitosanitario	alta	15	15
	media	10	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias	> 4	10	10
	2 a 4	8	
	< 2	3	
Diámetro de la copa	> 2 m	15	20
	1 a 2 m	20	
	< 1 m	10	
Simetría de la copa	simétrica	3	5
	medianamente simétrica	5	
	asimétrica	1	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	10	10
	50 % a 80 %	8	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Polylephis racemosa* H.B.K., en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 67	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	35 a 67	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 35	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 19.

Parámetros para la caracterización de FI de *Budleja incana* R&P. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 6 m	5	10
	2 a 6 m	10	
	< 2 m	3	
Edad de la leñosa	> 10 años	20	20
	5 a 10 años	18	
	< 5 años	5	
Estado fitosanitario	alta	15	15
	media	10	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias	> 4	10	10
	2 a 4	8	
	< 2	3	
Capacidad de producción de semillas	alta	15	15
	media	10	
	baja	3	
Diámetro de la copa	> 2 m	15	15
	1 a 2 m	10	
	< 1 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	3	5
	medianamente simétrica	5	
	asimétrica	1	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	10	10
	50 % a 80 %	8	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Budleja incana* R&P. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 72	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	26 a 72	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 26	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 20.

Parámetros para la caracterización de FI de *Buddleja coriacea* H.B.K. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
	Rango	Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 5 m	8	10
	2 a 5 m	10	
	< 2 m	3	
Edad de la leñosa	> 10 años	10	15
	5 a 10 años	15	
	< 5 años	8	
Estado fitosanitario	alta	20	20
	media	10	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias	> 4	10	10
	2 a 4	8	
	< 2	3	
Capacidad de producción de semillas	alta	20	20
	media	10	
	baja	3	
Diámetro de la copa	> 1.5 m	15	15
	1 a 1.5 m	13	
	< 1 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	3	5
	medianamente simétrica	5	
	asimétrica	1	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Buddleja coriacea* H.B.K. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 66	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	29 a 66	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 29	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 21.

Parámetros para la caracterización de FI de *Genista monspessulana* L.A.S. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 2 m	3	5
	1 a 2 m	5	
	< 1 m	4	
Edad de la leñosa	> 5 años	8	10
	2 a 5 años	10	
	< 2 años	5	
Estado fitosanitario	alta	25	25
	media	10	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias, podas.	> 4	15	15
	2 a 4	10	
	< 2	5	
Capacidad de producción de semillas	alta	20	20
	media	10	
	baja	5	
Diámetro de la copa	> 1.5 m	15	15
	0.8 a 1.5 m	13	
	< 0.8 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	3	5
	medianamente simétrica	5	
	asimétrica	1	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Genista monspessulana* L.A.S. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 62	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	30 a 62	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 30	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 22.

Parámetros para la caracterización de FI de *Senna* sp. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
	Rango		
Altura de la leñosa	> 3 m	8	10
	2 a 3 m	10	
	< 2 m	6	
Edad de la leñosa	> 7 años	10	20
	3 a 7 años	20	
	< 3 años	5	
Estado fitosanitario	alta	25	25
	media	10	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias	> 4	4	5
	2 a 4	5	
	< 2	3	
Capacidad de producción de semillas	alta	15	15
	media	10	
	baja	5	
Diámetro de la copa	> 0.8 m.	15	15
	0.5 a 0.8 cm.	13	
	< 0.5 cm.	5	
Simetría de la copa	simétrica	3	5
	medianamente simétrica	5	
	asimétrica	1	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Senna* sp. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 62	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	31 a 61	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 31	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 23.

Parámetros para la caracterización de FI de *Escallonia myrtilloides* L.F. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 4 m	8	10
	2 a 4 m	10	
	< 2 m	6	
Edad de la leñosa	> 8 años	10	20
	3 a 8 años	20	
	< 3 años	5	
Estado fitosanitario	alta	10	10
	media	8	
	baja	3	
Mínimo de ramas primarias	> 4	3	5
	2 a 4	5	
	< 2	4	
Capacidad de producción de semillas	alta	25	25
	media	10	
	baja	5	
Diámetro de la copa	> 2 m	8	15
	1 a 2 m	15	
	< 1 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	10	10
	medianamente simétrica	8	
	asimétrica	3	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Escallonia myrtilloides* L.F. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 60	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	33 a 60	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 33	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 24.

Parámetros para la caracterización de FI de *Sambucus nigra* L. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 4 m	10	15
	2 a 4 m	15	
	< 2 m	3	
Edad de la leñosa	> 5 años	20	20
	2 a 5 años	18	
	< 2 años	5	
Estado fitosanitario	alta	5	5
	media	3	
	Baja	2	
Mínimo de ramas primarias	> 4	20	20
	2 a 4	18	
	< 2	5	
Diámetro de la copa	> 2 m	18	20
	1 a 2 m	20	
	< 1 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	10	10
	medianamente simétrica	8	
	asimétrica	3	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	10	10
	50 % a 80 %	5	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Sambucus nigra* L. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 80	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	26 a 80	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 26	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 25.

Parámetros para la caracterización de FI de *Lavatera assurgentiflora* Kellog en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación	Ponderación	
		Parcial	Máxima
	Rango		
Altura de la leñosa	> 1.5 m	5	10
	0.8 a 1.5 m	10	
	< 0.8 m	3	
Edad de la leñosa	> 6 años	15	25
	2 a 6 años	25	
	< 2 años	5	
Estado fitosanitario	alta	10	10
	media	8	
	baja	5	
Mínimo de ramas primarias	> 3	3	5
	2 a 3	4	
	1	5	
Capacidad de producción de semillas	alta	25	25
	media	10	
	baja	5	
Diámetro de la copa	> 1 m	8	10
	0.5 a 1 m	10	
	< 0.5 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	10	10
	medianamente simétrica	8	
	asimétrica	5	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Lavatera assurgentiflora* Kellog en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 64	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	34 a 64	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 34	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.

ANEXO 26.

Parámetros para la caracterización de FI de *Gynoxis* sp. en la microcuenca del río Chimborazo.

Parámetro	Clasificación Rango	Ponderación	
		Parcial	Máxima
Altura de la leñosa	> 3 m	10	10
	1.5 a 3 m	8	
	< 1.5 m	3	
Edad de la leñosa	> 8 años	15	25
	5 a 8 años	25	
	< 5 años	5	
Estado fitosanitario	alta	20	20
	media	15	
	baja	10	
Mínimo de ramas primarias	> 5	4	5
	2 a 5	5	
	1	3	
Capacidad de producción de semillas	alta	15	15
	media	8	
	baja	5	
Diámetro de la copa	> 1.3 m	8	10
	0.6 a 1.3 m	10	
	< 0.6 m	5	
Simetría de la copa	simétrica	10	10
	medianamente simétrica	8	
	asimétrica	5	
Superficie de la copa (exposición al sol)	80 % a 100 %	5	5
	50 % a 80 %	4	
	< 50 %	3	
TOTAL			100

Fuente: Adaptado de Ordóñez *et al.* (2004) y Rubio (2006).

Criterio de valoración para FI de *Gynoxis* sp. en la microcuenca del río Chimborazo.

Clase	Puntaje	Calificación	Uso
1	> 70	Excelente	Se conservan como FI, se utilizan como postes para cerca, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.
2	39 a 70	Buena	Se pueden conservar como FI, cuando no hay suficientes en la categoría anterior.
3	< 39	Regular	Leña, importancia ecológica, conservación y protección de suelos.