

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACIÓN EXPERIMENTAL: Santa Catalina

PROGRAMA: Forestería

ÁREA DE TRABAJO: Conservación y uso sostenible de Recursos Genéticos Forestales.

PROYECTO: PIC-12-INIAP-005 *Conservación y uso sostenible de Recursos Genéticos Forestales en áreas críticas de bosques húmedos y secos de los Andes y Amazonía*

ACTIVIDAD: Evaluación del estado de conservación y caracterización del estado poblacional de dos especies forestales priorizadas en la sub-cuenca del río Quijos.

UBICACIÓN: Provincia: Napo, Cantones: El Chaco y Quijos

AUTOR: Egda. Isabel Aulló Maestro

CO-AUTORES: Jorge Grijalva Ing. Agr. Ph. D.
Raúl Ramos Ing. Agr. M. Sc.
Paulo Barrera, Ing. For. M.Sc.

COLABORADORES: DENAREF
Sección Botánica del MECN

FECHA DE PRESENTACIÓN: 15 de abril 2013

FECHA DE INICIO: Enero 2013

FECHA DE TERMINACIÓN: Abril 2014

COSTO: \$ 16205,00

FINACIAMIENTO: SENESCYT 85%
INIAP 15 %

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	3
2.	JUSTIFICACIÓN	4
3.	OBJETIVOS	4
3.1.	GENERAL	4
3.2.	ESPECÍFICOS	4
4.	HIPÓTESIS	5
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	5
5.1.	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
5.2.	MATERIALES.....	5
5.2.1.	De campo	5
5.2.2.	De oficina.....	6
5.3.	METODOLOGÍA.....	6
5.3.1.	Metodología para priorizar las especies forestales.....	6
	Diagnóstico rural participativo para seleccionar las especies	6
5.3.2.	Metodología para evaluar el estado de conservación de las especies priorizadas	7
	Estratificación del área de estudio	7
	Categorías de conservación a utilizar	7
	Criterios a utilizar para definir la categoría de conservación	8
	Recopilación y análisis de la información secundaria.....	9
	Uso del criterio determinante B	9
	Determinación del número de transectos.....	11
	Estimación de la disminución inferida del hábitat	12
	Cálculo de la fragmentación	13
	Uso del criterio determinante D	13
	Estimación del tamaño de la población	13
5.3.3.	Caracterización y recolección de la base poblacional <i>in situ</i> de las especies forestales priorizadas.....	13
5.3.3.1.	Caracterización de la base poblacional	13
	Diseño del muestreo.....	13
	Toma de datos para caracterización y recolección	14
5.3.3.2.	Recolección de la base poblacional	17
	Recolección de semillas	17
	Herborización	18
	Análisis de la información recopilada.....	19
6.	CRONOGRAMA.....	20
7.	PRESUPUESTO	21
8.	BIBLIOGRAFÍA	22
9.	ANEXOS	25

1. ANTECEDENTES

La mayor parte de la diversidad biológica y entre ésta la diversidad forestal, se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales, esto es, en los países en desarrollo como el Ecuador. Los Recursos Genéticos Forestales (RGF's en adelante) son componentes estratégicos de la biodiversidad y su diversidad genética proporciona la base fundamental para la evolución de las especies y para la adaptación al cambio climático, atributos que sustentan la importancia vital que tienen para la supervivencia humana (MAE, 2005; Tapia et al., 2008).

A pesar de ello, la diversidad forestal en el país se está perdiendo de manera alarmante debido a la falta de incentivos para su conservación y uso sostenible. El conocimiento de los RGF's aún es insuficiente, son escasos los estudios y las instituciones que realizan actividades para su protección, y la disponibilidad actual de información específica sobre la situación y tendencias de los RGF's es escasa (CDB, 2001; FAO, 2010; Bioversity, 2010).

De otra parte, diferentes estudios sugieren que la rápida expansión de la ganadería y el uso extensivo de prácticas no sostenibles de manejo de pastos son probablemente las mayores amenazas y los mayores determinantes de la deforestación y degradación ambiental de la Amazonía continental (Hecht, 1986; Proyecto LAI/NSF, 1999; Wunder, 2000; Veiga y Tourrand, 2001; Ferreira L. A., Tourrand J.F, 2002; Grijalva et al., 2004; CATIE, 2006; FAO, 2006; Iniciativa Amazónica, 2008)

En el caso de la sub cuenca del río Quijos, área de estudio de la presente investigación, la deforestación tiene sus inicios más palpables a mediados del siglo XX. Como resultado de la reforma agraria de 1964, la Amazonía ha sido escenario de cambios sustanciales en su configuración espacial, a expensas del bosque, en parte, debido a la mala interpretación de las leyes, y también por la actividad petrolera que motivó la apertura de vías y con ello una migración masiva de gente de la sierra en busca de oportunidades de trabajo y acceso a la tierra. Es así que se inicia así un proceso de competencia por la tierra, los pastos y el agua, que tuvo como resultado final la ocupación de la Amazonía y con ello una extensiva deforestación y degradación (Arévalo et al., 2008).

En la actualidad, al problema de deforestación y degradación como causas de la pérdida de espacio forestal y del empobrecimiento del estado de conservación, se suma un tercer factor asociado al cambio climático y también a las prácticas agrícolas inadecuadas. En adición, factores como la apertura y mejoramiento vial, expansión de pasturas, diversos proyectos de captación de agua, turismo y aún la migración social asociada a condiciones de pobreza de una importante fracción de la población (Arévalo, et al., 2008; Grijalva, et al., 2004), son factores que en conjunto han puesto en riesgo la conservación de los bosques, y con ello, la capacidad de evolución de las especies forestales y las posibilidades de adaptarse.

No obstante, un considerable porcentaje de los bosques de la sub-cuenca del río Quijos aún permanecen en buen estado de conservación, sobre todo aquella fracción del territorio que forma parte del Sistema Nacional de Areas Protegidas, entre los que están el Parque Nacional Sumaco, Reserva Ecológica Cayambe Coca y Reserva de fauna silvestre Antisana. De hecho, el SNAP representa la más valiosa estrategia de conservación *in situ* de la diversidad genética forestal, pero éstas áreas protegidas son extremadamente vulnerables en razón de múltiples fuentes de amenaza y riesgo (Arévalo, et al., 2008; Grijalva, et al., 2004).

En esa complejidad, la sociedad e institucionalidad precisan crear soluciones que propicien la conservación y ofrezcan una oportunidad económica a las poblaciones, pero para ello se requiere de

manera urgente generar información. Un primer acercamiento a esta generación de información son los resultados obtenidos en el Informe País 2011, donde se realiza una lista preliminar de forma participativa, de las especies forestales prioritarias en la Parroquia de Sardinias, El Chaco (cita requerida). En este sentido, las propuestas de conservación y uso sostenible de los RGF'sson vitales, ya que éstos son un recurso único e insustituible para el futuro (FAO 2012), por cuya razón el INIAP a través del Programa Nacional de Forestería ejecuta el proyecto INIAP/SENESCYT “*Conservación y Uso Sostenible de Recursos Genéticos Forestales en áreas críticas de bosques húmedos y secos de los Andes y Amazonía*”, dentro del cual se enmarca este trabajo de tesis, teniendo como propósito final contribuir a la conservación del recurso forestal asociado al bosque y generar un modelo de conservación y usos sostenible de RGFs en la Amazonía.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se cuenta con escasa información cualitativa y/o cuantitativa sobre el estado de conservación y la variabilidad genética de especies forestales del Ecuador, a pesar de que es una necesidad básica para los diferentes programas de conservación del recurso forestal. Al nivel de la Amazonía y de la sub-cuenca del río Quijos, la situación es semejante pero también muy compleja, en razón de que la cuenca amazónica ha sufrido un proceso de transformación del espacio natural, motivado por múltiples factores asociados a deforestación y cambios en la vegetación natural y uso del suelo (Grijalva, et al., 2004).

De otra parte, dado que la sub-cuenca posee numerosos ríos y lagunas que sirven para el suministro de agua potable de ciudades grandes como Quito, y sus recursos naturales sirven de hábitat de multitud de diferentes formas de vegetación (hábitat y sustento de vida de miles de especies, muchas de ellas endémicas), el entorno natural aún posee un incalculable valor no solamente para las poblaciones locales, las cuales hacen uso directo de sus recursos, sino también por su valor paisajístico y potencial de uso múltiple.

Por lo expuesto, esta investigación es una iniciativa pionera en el país, que tiene el propósito de generar nuevos datos y conocimiento sobre el estado de conservación y la vulnerabilidad de RGF's de especies forestales priorizadas por los propios dueños de predios de la sub-cuenca del Quijos, y de contribuir a la adaptación y mitigación al cambio climático, conforme a los lineamientos del Plan Nacional de Cambio (*Presidencia de la República, Decreto N° 495*).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar el estado de conservación y caracterizar la base poblacional de dos especies forestales priorizadas por las comunidades locales de la sub-cuenca del río Quijos, provincia del Napo.

3.2. Objetivos específicos

- Priorizar, con enfoque participativo, dos especies forestales para objeto del estudio.
- Evaluar el estado de conservación de dos especies forestales priorizadas.
- Caracterizar y recolectar la base poblacional *in situ* de las especies forestales priorizadas.

4. HIPÓTESIS

Ho = Las especies forestales priorizadas se encuentran amenazadas

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Características del área de estudio

La sub-cuenca hidrográfica del río Quijos forma parte de la cuenca del río Napo, tiene una extensión de 174.833,68 ha que representan el 14% del total de la superficie de la provincia de Napo (Imagen 1). Se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental de los Andes. Los cantones que forman parte de la sub-cuenca son: Quijos (Parroquias Cuyuja, Papallacta, Baeza, Sumaco, San Francisco de Borja y Cosanga) y El Chaco (Parroquias Sardinas, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares, Santa Rosa y El Chaco) (FAO, 2010).

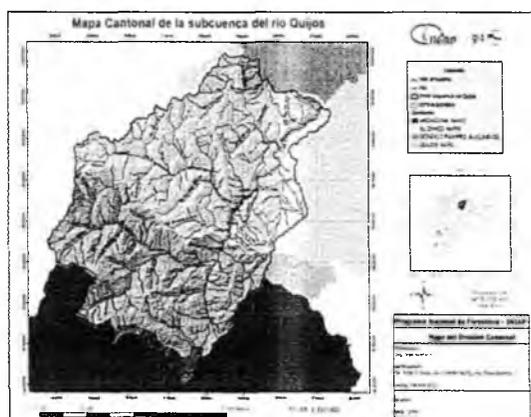


Imagen 1. Delimitación cantonal de la sub-cuenca del Río Quijos

Fuente: Programa Nacional de Forestería del INIAP, 2010

Los valores medios de la humedad relativa fluctúan entre 85 y 93%. El patrón de las precipitaciones es muy variable, pudiendo alcanzar rangos de 1000 a 2000 mm anuales en la sub-zona alta y aumentar a 3000 mm en la sub-zona baja. Existe una fuerte variación espacial de la temperatura, como consecuencia de las diversas cotas altitudinales, así la temperatura multianual varía entre 9-4°C y 16-2°C.(FAO 2010). Se identifican las siguientes zonas de vida: bosque húmedo Montano (bhM), bosque húmedo Montano Bajo (bhMB), bosque muy húmedo Sub Alpino (bmhSA) bosque muy húmedo Alpino (bmhA), Nival y nieves perpetuas (FAO, 2010). Por lo general, los relieves son bastante altos, variables y disectados, con predominio de fuertes pendientes y con formas abruptas de micro dirección. En las zonas próximas a los ríos se encuentran relieves planos con pendientes suaves y bien drenadas (AME, 2002). Gran parte de la extensión de la sub-cuenca está encerrada por tres áreas protegidas: Parque Nacional Sumaco-Napo-Galeras, Reserva Ecológica Antisana y Parque Nacional Cayambe-Coca.

5.2. Materiales

5.2.1. Materiales de campo

- Información secundaria de varias fuentes
- Formularios (Matriz de recolección de información de campo) (Anexos 1 al 5 y 8 al 12)

¹Una especie está amenazada cuando está enfrentado a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre, UICN

- Mapas temáticos (precipitación, altitud, pendiente, exposición y suelos)
- Cartas topográficas de escala 1:50000 (fuente MAE², IGM³, SNI⁴)
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Dendrómetro Criterion RD 10000, cámara digital, cinta diamétrica
- Cuaderno de campo, cinta métrica, sacos de yute, prensa, tijeras de podar
- Machete, Barreno, Guantes, etiquetas pequeñas y cordel
- Placas numeradas y clavos de aluminio, tubos plásticos de delimitación
- Spray de varios colores, bolsas de plástico (capacidad de 500g)
- Equipo de escalar árboles

5.2.2. Materiales de oficina

- Equipo informático
- Programa Arc-Gis versión 9.0

5.3. Metodología

5.3.1. Metodología para priorizar las especies forestales

Diagnóstico rural participativo para seleccionar las especies

Primeramente, se revisará la información generada por el INIAP⁵ donde se cuenta con una lista de especies forestales seleccionadas por las comunidades dos años atrás (*Proyecto PC-Quijos, 2010-2012*).

Se desarrollará un taller participativo para priorizar especies, para lo cual se identificarán *informantes claves* en la sub-cuenca. Un *informante clave* se define como aquella persona que conoce a plenitud los recursos forestales existentes en los bosques de la sub-cuenca y los usos que dan las poblaciones locales. Así, se estima que serán invitados al taller tres representantes de cada parroquia.

La lista previa será presentada a las comunidades en el taller, con el propósito de que sea validada por los participantes y al final se dispondrá de una segunda lista de especies priorizadas. La priorización de las especies se realizará a través de votación individual que se realizará sobre la *matriz No.1* (Anexo 1) utilizando cinco stickers de diferente color. El color será ponderado como se describe a continuación:

Sticker de color amarillo = especie de primera importancia con una ponderación de 0,45

Sticker de color azul = especie de segunda importancia con una ponderación de 0,25

Sticker de color rojo = especie de tercera importancia con una ponderación de 0,15

Sticker de color verde = especie de cuarta importancia con una ponderación de 0,10

Sticker de color rosado = especie de quinta importancia con una ponderación de 0,05

² Ministerio del Ambiente del Ecuador

³ Instituto Geográfico Militar

⁴ Sistema Nacional de Información

⁵ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Seguidamente, utilizando la *Matriz No 2* de Resultados de priorización (Anexo 2) se realizará un cálculo de frecuencia de las votaciones realizadas, colocando una tabla de doble entrada donde en la primera columna a la izquierda se colocarán los colores en orden de importancia con su respectiva ponderación, y en las filas se expresará la frecuencia y su respectivo valor equivalente de cada especie votada. De ese modo se obtendrá un ranking de las especies priorizadas.

A continuación se presentará la *matriz No. 3* que refiere los usos de las especies (Anexo 3) y un stikers de un solo color, a fin de que cada participante coloque en orden de la importancia que le asigne a cada una las especies seleccionadas e identifiquen los usos de las mismas, colocando un stiker en el cuadrante respectivo. Finalmente se analizarán las frecuencias de los usos de las especies priorizadas, eligiendo aquellas dos especies que obtengan las mayores frecuencias.

5.3.2. Metodología para evaluar el estado de conservación de las especies priorizadas

Estratificación del área de estudio

Con el uso de geo- información de la sub-cuenca del río Quijos, disponible en el Programa de Forestería del INIAP, se identificaron tres tipos de uso del suelo predominantes:

- i) Área de Bosque natural⁶
- ii) Área de Bosque intervenido⁷
- iii) Área de uso en sistemas integrados⁸

Estas categorías de uso previamente definidas, servirán para explorar de manera diferenciada y sistemática el territorio para el estudio de conservación.

Categorías de conservación a utilizarse

El presente estudio utilizará las categorías de conservación definidas por UICN (2001 versión 3.1), principalmente utilizará aquellas categorías consideradas de amenaza, las cuales se indican a continuación:

- EN PELIGRO CRÍTICO (CR)

Un taxón⁹ está *en peligro Crítico* cuando está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

- EN PELIGRO (EN)

Un taxón está *en Peligro* cuando está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

- VULNERABLE (VU)

⁶ Aquellos bosques no intervenidos

⁷ Aquellas áreas de bosque natural sobre parches de pastos. Considerados como bosques secundarios en diferentes estados de sucesión, incluye silvopasturas.

⁸ Son sistemas agroforestales con remanentes de vegetación arbustiva.

⁹ Categoría o unidad formal taxonómica a cualquier nivel en una clasificación (familia, género, especie, etc.)

Taxonomía se refiere al sistema que clasifica todas las especies del mundo incluyendo plantas, animales y microorganismos. (IUCN -International Union for Conservation of Nature -2012. IUCN resources (en línea). Disponible en http://cmsdata.iucn.org/downloads/en_iucn_glossary_definitions.pdf.)

Un taxón *es Vulnerable* cuando está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

- CASI AMENAZADO (NT)

Un taxón *es Casi Amenazado* cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

- PREOCUPACIÓN MENOR(LC)

Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Criterios a utilizarse para definir la categoría de conservación

Los criterios determinantes que definen cada categoría de conservación están relacionados con el análisis de aspectos fundamentales de amenazas o riesgos actuales que afectan la supervivencia de la especie. La UICN (2001 ver. 3.1) considera cuatro criterios posibles (criterios A, B, C y D) para la evaluación del estado de conservación. Si bien es recomendable pero no obligatorio, la utilización de todos los criterios, en la presente investigación se han considerado utilizar solamente los criterios B y D por considerarlos suficientes para la determinación del estudio, siendo éstos los más adecuados debido a su menor complejidad al momento del análisis, y en base de las características del terreno y de la información potencial disponible.

- EN PELIGRO CRITICO (CR)

✓ B1a y B1b(iii): Extensión de la presencia¹⁰ estimada menor de 100 Km² y estimaciones de:
a: su distribución geográfica está severamente fragmentada¹¹ o se conoce sólo en una localidad.

b(iii): existencia de una disminución continua, observada, inferida o proyectada en el área, extensión y/o calidad del hábitat.

✓ D : Se estima que el tamaño de la población es menor de 50 individuos maduros¹²

- EN PELIGRO (EN)

✓ B1a y B1b(iii): Extensión de la presencia estimada menor de 5.000 Km² y estimaciones de:
a: su distribución geográfica está severamente fragmentada o se sabe que no existe en más de cinco localidades.

b(iii): existencia de una disminución continua, observada, inferida o proyectada en el área, extensión y/o calidad del hábitat.

✓ D: Se estima que el tamaño de la población que es menor de 250 individuos maduros.

- VULNERABLE (VU)

✓ B1a y B1b(iii): Extensión de la presencia estimada menor de 20.000 Km² y estimaciones de:
a: su distribución geográfica está severamente fragmentada o se sabe que no existe en más de diez (10) localidades.

¹⁰Es el área contenida dentro de los límites imaginarios continuos más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados en los que un taxón se halle presente, excepto los casos de vagabundeo.

¹¹Situación en la que los riesgos de extinción del taxón aumentan como resultado de que la mayoría de los individuos se encuentran en subpoblaciones pequeñas y relativamente aisladas. Estas pequeñas poblaciones pueden extinguirse con una probabilidad reducida de recolonización.

¹²Individuo maduro es aquel capaz de reproducirse.

b(iii): existencia de una disminución continua, observada, inferida o proyectada en el área, extensión y/o calidad del hábitat.

✓ D: Se estima que el tamaño de la población es menor de 10.000 individuos maduros

- **CASI AMENAZADO (NT)**

No satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

- **PREOCUPACIÓN MENOR (LC)**

No cumple ninguno de los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Recopilación y análisis de información secundaria

Se hará una revisión intensiva de la información y registros de las dos especies priorizadas que poseen los herbarios del Museo de Ciencias Naturales de Quito, Universidad Católica del Ecuador, Escuela Politécnica de Chimborazo, Universidad Nacional de Loja en Ecuador, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (El Olivo, Ibarra), Universidad Central del Ecuador, Instituto de Ciencias Naturales y Escuela de Biología (Quito) e información en la web de los herbarios de Misssouri de los Estados Unidos. Adicionalmente se investigará la información disponible en El libro rojo de Plantas Endémicas del Ecuador (*Valencia, et al., 2000*). Con dicha información se construirá una base de datos electrónica compuesta por los registros de las especies en estudio. De cada ejemplar o especie se registrará la información sobre taxonomía (familia, género, especie y autor), localidad (descripción, coordenadas geográficas, altitud), nombre del recolector, número de colecta, fecha de recolección y nombre del identificador (*Estrada, et al., 2005*)(Anexo 4). Con el uso de esta base de datos se creará un mapa SIG de localización de las muestras de cada herbario.

Posteriormente con el uso de mapas de precipitación, altitud, pendiente, exposición y suelos provenientes del MAE, el INIAP, el IGM¹³, el SNI¹⁴ y SIGAGRO¹⁵, se identificará el hábitat y la forma vegetal así como el rango de altitudes asociados a cada especie, dando como resultado los mapas de área potencial de las especies priorizadas (*Castillo 2004*). Se utilizarán además informes técnicos, artículos de la FAO y el GLCC¹⁶ sobre preferencias de hábitat. Sobre los mapas construidos, se planificarán las rutas de exploración para caracterizar y recolectar las diferentes sub-poblaciones de las especies en estudio.

Uso del criterio determinante B

Criterio B considera:

Área de extensión:

- Si los datos obtenidos son suficientes para cada especie:

¹³Instituto Geográfico Militar

¹⁴Sistema Nacional de Información

¹⁵ Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

¹⁶ Global LandCoverCharacterization

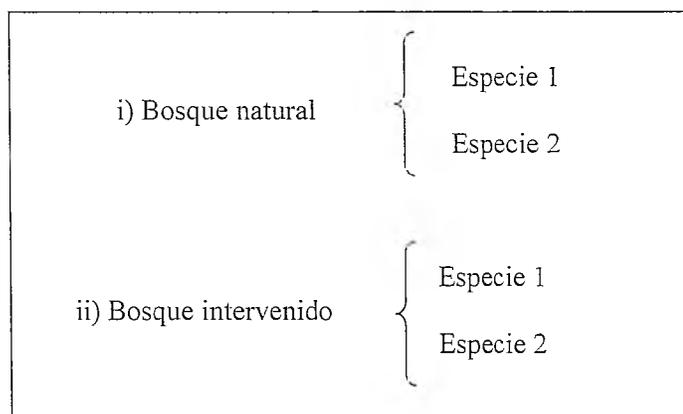
Los mapas de área de extensión finales se obtendrán por intersección del mapa de distribución potencial y el mapa de localización de muestras mediante el uso del programa SIG. (Estrada et al., 2005).

- Si los datos obtenidos no fueran suficientes:

Se repetirán los pasos anteriores y además se realizará un muestreo para confirmar, y ampliar en su caso, los mapas de extensión potencial obtenidos. Para esto, se distinguirán los tres estratos usos predominantes del suelo donde pueden encontrar las especies:

- i) Bosque natural
- ii) Bosque intervenido
- iii) Sistemas integrados

En la zona de estudio i) y ii) se realizará un muestreo sistemático por transectos¹⁷ (por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación) sobre el área de extensión potencial obtenida anteriormente para verificar y delimitar dicho área con la ayuda de un GPS. Se realizará un muestreo por cada especie y cada estrato (ver esquema 1) por presentar características distintas. En aquellas zonas donde coincida el área de existencia potencial de las dos especies, se evaluarán las dos simultáneamente para aumentar la efectividad del muestreo.



Los transectos tendrán dimensiones de 50x10m (500 m²) (Caranqui y Condoy2005; Mostacedo 2000) donde se levantarán datos de presencia de todos los individuos en general ≥ 5 cm de DAP¹⁸ a través de un censo total. Para las especies priorizadas y los puntos de ausencia¹⁹, se anotará la elevación, la posición topográfica y la posición geográfica (ver Anexo 5). El punto de inicio de dichos transectos se determinará una vez delimitada el área de extensión potencial descrita anteriormente, en zonas accesibles y de representatividad elevada, con la ayuda de “*expertos locales*” o promotores conocedores del lugar.

Determinación del número de transectos

¹⁷Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación (BOLFOR 2000).

¹⁸ Diámetro a la altura del pecho.

¹⁹Puntos de ausencia: sitios donde no se encuentren ningún individuo de especies de estudio distanciados a 50 metros entre sí

Para el cálculo del número de transectos, se utilizará el modelo matemático que viene dado por la siguiente expresión (Mostacedo 2000):

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

Suele ser del 20%

t = valor que se obtiene de las tablas de “ t ” de Student, generalmente se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación

Para aplicar el modelo, se dividirá toda el área de extensión potencial en un determinado número de unidades muestrales (N). El cálculo del CV requiere determinar cinco transectos en cada estrato i) e ii) en los que se calculará la desviación estándar (S) de la frecuencia con lo que se obtendrá el CV . Como resultado, se hallará el número de transectos a muestrear (ver detalles en los Anexo 6 y 7).

Se ha considerado **la frecuencia** como variable para cuantificar la existencia o inexistencia de la especie en estudio, y se define como la probabilidad de encontrar un atributo (en nuestro caso la especie priorizada) en una unidad muestral y se mide en porcentaje (BOLFOR 2000). Ese porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales.

La fórmula general de la frecuencia es:

$$FR = \frac{a_i}{A} * 100$$

Donde:

a_i : número de apariciones de una determinada especie

A : número de apariciones de todas las especies

La frecuencia está relacionada con el *patrón de dispersión* que tienen los individuos, lo que es muy útil para el estudio, en especial para la caracterización de la población; este patrón puede ser uniforme, agregado o aleatorio. Se describirá detenidamente más adelante.

En el caso de que las poblaciones sean muy puntuales y/o disyuntas se utilizará el Método de Propinquidad Media (Morrone, 2012), de acuerdo con la distribución natural de cada especie. Este método ‘compacta’ las localidades del taxón de acuerdo con círculos concéntricos trazados a partir de ellas, tomando como radios distintas medidas de dispersión de los datos, como la media o la desviación estándar. Se necesitan de siete pasos para aplicar este método:

- 1) Numerar en el mapa las localidades donde la especie ha sido registrada.

- 2) Si hay un número elevado de localidades, sortear un número menor de ellas mediante una tabla de números aleatorios o de algún algoritmo computarizado.
- 3) Medir la distancia que separa cada localidad de su vecina más cercana.
- 4) Ordenar los valores obtenidos en orden decreciente y buscar su valor medio.
- 5) Trazar un círculo alrededor de cada localidad, empleando dicho valor medio como radio.
- 6) Repetir el paso anterior, pero empleando como radio del círculo dos veces la desviación estándar.
- 7) Seleccionar la representación más adecuada.

En el estrato iii) se realizará un muestreo de “*tipo barrido*” para lo cual se planificarán rutas de exploración al área de estudio donde se sepa de la presencia de la especie priorizada con el apoyo del conocimiento de los pobladores de la sub-cuenca, se geo-referenciará aquellos puntos de encuentro del taxón con ayuda de un GPS. En gabinete, con ayuda de herramientas SIG se volcarán los puntos geo-referenciados al mapa de extensión potencial, resultando el área de extensión final.

Cada área de extensión final de cada estrato considerado (i, ii, iii) constituirá las poblaciones sobre las que se hará la caracterización.

Estimación de la disminución inferida del hábitat

Mediante intersección de mapa de distribución potencial y los mapas de área de extensión descritos, se observará el porcentaje de disminución del área de extensión sobre el área potencial:

$$\frac{a_e}{A_d} * 100$$

Donde:

a_e : área de extensión del taxón.

A_d : área de distribución potencial del taxón

Si no se dispusiera de dicha información se estimará mediante comparación de mapas de cobertura boscosa a lo largo de los años. Se calculará el área ocupada por la formación vegetal antes y después, y se calculará el porcentaje de pérdida mediante la fórmula siguiente: (Estrada et al. 2005)

$$\frac{a}{A} * 100$$

Donde:

a : área actual ocupada por la forma vegetal asociada al taxón.

A : área ocupada por la forma vegetal asociada al taxón del primer año que se tengan datos

Cálculo de fragmentación

Definida la **fragmentación** como la situación en la que los riesgos de extinción del taxón aumentan como resultado de que la mayoría de los individuos se encuentran en sub-poblaciones pequeñas y relativamente aisladas, bastaría con confirmar si las poblaciones tienen o no dichas características, lo cual que podría ser inferido mediante el cálculo de la dispersión.

Uso del Criterio determinante D:

Dentro de los cuatro criterios posibles descritos (A,B,C,D) de evaluación del Estado de Conservación que presenta la UICN (2001 ver. 3.1) se han seleccionado el B y el D, de entre estos dos, se aplicará el criterio B siempre que sea posible.

Estimación del tamaño de la población:

En primer lugar se delimitará el área de extensión potencial según descrito en el cálculo del área de extensión (Criterio B), seguidamente se procederá al conteo de número de individuos maduros en parcelas de muestreo, dichas parcelas de muestreo tendrán dimensiones de 40x60m (2400 m²). Se establecerán tres parcelas de muestreo por cada estrato de vegetación (i, ii, iii) y especie, 18 en total, según los tipos de uso de suelo, donde se contará el número de individuos encontrados por ha.

Finalmente se hará una estimación del tamaño de la población por inferencia al área de extensión potencial.

5.3.3. Caracterización y recolección de la base poblacional *in situ* de las especies forestales prioritizadas.

5.3.3.1. Caracterización de la base poblacional

La fase de estratificación del área de estudio contempla las mismas áreas o estratos considerados en el ítem 5.3.2. de igual forma, el análisis de la información secundaria.

Diseño del muestreo

El muestreo se realizará según la estratificación establecida. En bosque natural e intervenido (estratos i, ii) se realizará un muestreo sistemático por transectos de 50 x10 m. El número de transectos a realizar se determinará por el método matemático descrito. En los sistemas integrados se procederá a un muestreo tipo barrido para tratar de recolectar todas las sub-poblaciones existentes

En la caracterización de la base poblacional, durante el recorrido se completará información correspondiente al estado de la población: grado antropogénico, estructura de la vegetación, descripción fenotípica y diversidad de especies (ver Anexo 8). En el estrato *iii* de los sistemas integrados se procederá a un muestreo tipo barrido para tratar de caracterizar y recolectar todas las sub-poblaciones existentes.

Para la recolecta de la base poblacional *in situ*, se tomarán muestras de hojas, flores y frutos, las cuales se llevarán al laboratorio del Herbario Nacional para su respectiva identificación. Así mismo, se recolectará semilla para realizar las respectivas pruebas físicas y fisiológicas así como para disponer de individuos para el jardín de conservación que se establecerá posteriormente.

Toma de datos para caracterización y recolección

Para caracterizar la población, se describirá la masa boscosa en base de la determinación de las siguientes variables: *el grado antropogénico, estructura de la vegetación, estado sanitario, características del suelo, descripción fenotípica y diversidad de especies.*

Grado Antropogénico: se entiende como el nivel de afectación causado por factores externos. Se determinará visualmente mediante el recorrido de los distintos transectos, estimando el porcentaje de afectaciones producidas en el mismo, con lo que se estimará el grado (bajo, moderado o alto) antropogénico que presenta. De ese modo, si el área resulta con poca o casi ninguna alteración en su formación, esto es, con un porcentaje menor al 5 % de alteración equivaldrá a un grado antropogénico bajo. Si presenta cerca de un 50 % de afectaciones producidas tanto por el hombre como por el medio equivaldrá a un grado moderado. Si se aprecia una gran influencia antrópica, más del 80%, tanto por efectos del hombre como por causas de fenómenos naturales, será alta antropización. (Fernandez 2009).

Estructura de la vegetación: se define como el patrón espacial de distribución de las plantas (Barkman 1979). Para su evaluación se tomará en consideración las clases diamétricas, los niveles de vuelo arbóreo, la composición de la vegetación y la existencia de talas, incendios y regeneración natural (Fernandez, 2009), según el siguiente procedimiento:

- 1) Las clases diamétricas: se tomarán datos de DAP de todos los individuos.
- 2) Los niveles del vuelo arbóreo: se estimará a partir de la clasificación de estructura vertical del vuelo, descrito por Leibundgut (1958) citado por Fernandez (2009), quienes plantean que el piso superior presenta una altura mayor que $2/3$ de la altura superior del vuelo²⁰, el piso medio una altura menor que $2/3$ y mayor que $1/3$, y el piso inferior una altura menor de $1/3$ de la altura superior del vuelo. Esto se hará para todas las especies presentes en el muestreo, con el fin de determinar la composición vertical específica.
- 3) Composición de la vegetación: se describirá identificando en cada área las especies dominantes²¹.
- 4) La existencia de talas e incendios se determinará de forma visual mediante el recorrido de los transectos.
- 5) Regeneración natural: se determinará mediante la consideración de sub-parcelas de muestreo dentro del transecto, donde se medirán un número limitado de dimensiones de las especies priorizadas. Las sub-parcelas serán cuadrangulares, con unas dimensiones de 4 m^2 ($2\text{m} \times 2\text{m}$), cuyo centro será un ejemplar sano de la especie priorizada. Se levantará una sub-parcela por transecto, no obstante, si en el mismo estuvieran presentes las dos especies a priorizar, se levantarían dos sub-parcelas, una por cada especie. En dichas sub-parcelas se tomará información del regenerado, consistente en los ejemplares de la especie a estudio con un diámetro menor a $7,5 \text{ cm}$ y mayores a 25 cm de altura. Los datos por recabar serán el número de individuos por categoría de altura, vigor y daño (Anexo 9) (*Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2010*).

Estado sanitario: se estimará distinguiendo entre bueno, malo y regular. Se considerará bueno a aquellas poblaciones que presenten menos del 5% de la masa boscosa con afectación o daños visibles causados por plagas y enfermedades. Regular, cuando se observen ligeras a moderadas afectaciones del arbolado; y malo cuando gran parte de la masa forestal se encuentre afectada. Cada uno de estos criterios cualitativos se determinarán mediante la observación y análisis visual de la masa, prestando especial atención a parámetros como defoliación de la copa del arbolado, producción de frutas y síntomas y signos observables de plagas o infecciones. (*Junta de Andalucía, España 2009; Fernandez 2009*).

²⁰Altura máxima que toman las formaciones vegetales

²¹Especie dominante es aquella que por su frecuencia y volumen tiene una gran importancia en un ecosistema. (Cardona 2008)

Estudio de características del suelo: la finalidad de éste análisis es conectar la características de cada sub-población con las distintas características del suelo, para ello se tomará una muestra de suelo por cada sub-población, las cuales serán analizadas *a posteriori* en laboratorio. Para una mayor representatividad del mismo, se tomará a cada transecto como sub-población. Sólo se tomará muestra en aquél transecto que contenga especies priorizadas. De la misma forma, si en un mismo transecto encontramos especies priorizadas que difieran mucho entre sí en cuanto a morfología, se supondrá que se trata de sub-poblaciones distintas, por cuya razón, dentro de este transecto, se tomarán tantas muestras como ejemplares con diferentes morfologías haya.

En cuanto a la muestra del suelo, se realizará próxima a un ejemplar de la especie priorizada que presente buenas condiciones fenotípicas (forma del fuste recto, sin bifurcación, copa mejor distribuida y de mayor diámetro). Las muestras se tomarán utilizando el método del barreno de cilindro de volumen conocido (*Forsythe citado por Ramos, 2003*) a 40 cm, ubicando el cilindro muestreador en el tercio medio de la profundidad, se tomarán cuatro muestras por cada individuo, en las cuatro direcciones (Norte, Sur, Este y Oeste) luego se pasará el suelo a una bolsa plástica etiquetada para llevar al laboratorio de suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, dónde se realizará un análisis de: pH, N total, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Carbono, materia orgánica por calcinación, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico y textura. Los resultados del análisis se expresarán en partes por millón (ppm), miliequivalentes (meq/100ml) y porcentaje. Cada muestra compuesta será perfectamente identificada en términos de procedencia, fecha de colecta, profundidad a la cual fue colectada, y superficie que representa. (Anexo 10) (*Bernier 2011*).

Descripción fenotípica: se entiende por fenotipo los rasgos visibles de un organismo de tal manera que ha sido determinado por las influencias genéticas y del medio ambiente (*FAO 2003*). Se estudiarán los datos referentes a forma del fuste, altura de bifurcación, forma de la copa y diámetro de la copa (*Heredia y Hofstede 1999, citado y adaptado por Ordoñez, 2004*).

Se revisará la información disponible sobre cada especie priorizada con el fin de determinar las características que definen el fenotipo óptimo utilizando la metodología descrita por Eldrige (1973) para determinar los distintos valores. Este autor establece una escala arbitraria en valores que oscilan entre 1 hasta 5, puntuando 5 los árboles que posean el fenotipo óptimo (forma del fuste recto, sin bifurcación, copa mejor distribuida y de mayor diámetro), y el mínimo los de peor apariencia (*Fernández, 2009*). De esta forma se tendrá una clasificación detallada del fenotipo de cada población estudiada, sabiendo qué población posee mejores características fenotípicas, y cuales las peores, pudiendo contrastar al final con las distintas variables medidas, deduciendo una relación entre las mismas.

Diversidad de especies: se determinará mediante el estudio de las variables: abundancia, equitatividad, dominancia y distribución espacial (*Somarriba, 1999; Fernandez, 2009*).

Abundancia: se calculará mediante el Índice de Shannon-Weaver, que toma en cuenta tanto riqueza como abundancia. Indica la probabilidad de que un individuo seleccionado al azar pertenezca a la especie seleccionada.

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Donde:

$$P_i = N_i/N$$

N_i = número de individuos de la especie i .

N = Número total de individuos de la muestra

El índice H aumenta a medida que aumenta la riqueza (número de especies) y a medida que los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies. La diversidad es cero cuando sólo se tiene una especie y, cuando hay 2 o más especies, es máxima si todas las especies tienen el mismo número de individuos.

Equitatividad: Mide la proporción de la diversidad con relación a la máxima diversidad esperada, se calculará mediante el Índice J (Shannon-Weaver 1949, citado por Fernández, 2009).

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

H' = Índice de Shannon Weaver

S = Número de especies de la muestra

Dominancia: se determinará mediante el Índice de Simpson, el cual estima la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, por lo tanto está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). La fórmula es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = proporción del número de individuos de la especie i .

Distribución espacial: Representa la forma en la que ocupan el espacio las especies dentro de la masa, pudiendo distribuirse de forma agregada, uniforme o aleatoria. Es de interés ya que está relacionado con el crecimiento de los árboles y, por tanto, de las masas arboladas (Pukkala 1989, 1989a, 1989b; citado por Condes, Martínez-Millán, 1998).

Se calculará mediante la siguiente forma:

$$CD = \frac{s^2}{\bar{X}}$$

Donde:

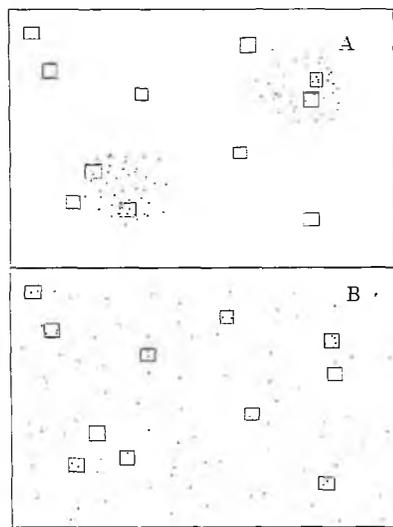
CD : coeficiente de distribución espacial

S^2 : Varianza

X: Media

Cuando el coeficiente de dispersión es mayor a 1, éste indica que la dispersión es agregada; cuando el valor es igual a 1, indica que la distribución es uniforme (distribución de Poisson) y cuando el coeficiente de distribución es menor a 1, indica que la distribución es aleatoria (distribución normal). (Mostacedo, 2000).

El patrón uniforme es cuando los individuos de una especie aparecen en la mayoría o en todos los muestreos. El patrón agregado es producto de la dispersión de individuos en grupos. En el patrón de dispersión aleatorio los individuos tienen la misma probabilidad de ser muestreados (Esquema 2).



Esquema 2: Representación gráfica de los patrones de distribución de las especies.
A) agregada, B) Uniforme

5.3.3.2. Recolección de la base poblacional

Paralelamente a la caracterización de la población se procederá a la recolección de la base poblacional, esto es, recolección de semillas, hojas e inflorescencias.

Recolección de semillas

Un objetivo principal es la obtención de material que represente la diversidad genética de la población muestreada. Es esencial determinar los períodos del año más apropiados para la recolección, esto es, aquellos en los que la especie esté en fase de dispersión de semillas, por eso se precisa disponer de la información fenológica de la especie en estudio.

Se recolectarán 2000 semillas por sub-población, considerando cada transecto como una sub-población diferente. Del mismo modo, si se notaran diferencias morfológicas evidentes entre ejemplares de la especie priorizada pertenecientes al mismo transecto, se consideraría cada uno como sub-poblaciones distintas, tomando 2000 semillas de cada ejemplar. No obstante, como norma se

aconseja no recoger más del 20% de las semillas maduras viables y sanas disponibles al momento de recolección, para así evitar cualquier efecto en la capacidad de regeneración de la población.

En sentido general, se recolectarán semillas de individuos que presenten fenotipo próximo al óptimo, éstas se tomarán directamente del árbol y se guardarán en una bolsa de tela. Las semillas cosechadas deben estar libres de patógenos perceptibles, maduras o en etapa de madurez fisiológica²². Es imprescindible marcar claramente con un número de recolección, tanto dentro como fuera de la bolsa que contiene las semillas recolectadas, éste número se compondrá de las iniciales del equipo de recolección seguido del número correspondiente, para ello se usarán pequeñas etiquetas que podrán ser enganchadas en la parte externa de la bolsa, además de ser colocadas en su interior. Es recomendable mantener registrado en un cuaderno de campo el último número de recolección asignado, para así evitar confusiones y duplicidades. Dicho número llevará asociado unos datos pasaporte donde vendrá detallado: especie, lugar de recolección, coordenadas UTM de recolección, fecha de recolección, nombre de la persona que recolectó la muestra, nombre de la persona que identificó la especie, presencia de insectos, presencia de enfermedades y estatus de la muestra. En algunos casos se suelen tomar datos de caracterización, que son observaciones obtenidas sobre los rasgos altamente heredables que pueden ser vistos a simple vista y expresados claramente en todos los ambientes; en nuestro caso los obviamos, al estar implícitos en la caracterización de la población. esos datos pasaporte quedarán anotados en el cuaderno de campo (Machado et al, 1999; Gold et al, 2004)(ver Anexo 10).

Las semillas recolectadas se conservarán en la nevera hasta ser enviadas al DENAREF y al laboratorio de Fitopatología del INIAP para su análisis.

Herborización

Se muestrearán los mismos árboles muestreados para semillas. Para que sea representativo de la población, se recolectarán muestras de la parte superior, parte media y de la base, realizando tres réplicas de cada. Se incorporarán muestras de todas las estructuras presentes, esto es, ejemplos de cada tipo de hoja en el caso de las especies con distintas formas en función de la edad de la misma y muestras de diferentes etapas de desarrollo (yemas foliares, hojas nuevas, yemas florales). Cada una de las réplicas llevará una etiqueta con un número identificador, que será el mismo que el número asignado a las muestras de semillas provenientes del mismo árbol. A este número se le asociará una tabla de datos igual a la realizada para las semillas (Anexo 11).

Para prensar y conservar el material se dispondrán cada muestra entre hojas de papel de periódico, anotando el número de recolección en etiquetas pequeñas. Se debe disponer el material de forma que se visualice al máximo las diferentes partes y la relación entre ellas. Las hojas de papel de periódico se pondrán entre dos cartones y se ubicarán dentro de la prensa atados con cerdas o correas, dejándolas en un lugar ventilado y seco. Para mantener al máximo la forma, color y características de las plantas, se cambiará todos los días el papel de periódico hasta que las plantas estén secas. Una vez que se hayan secado se enviarán al taxónomo del Herbario Nacional para su identificación y montaje (Gold, K et al, 2004).

Análisis de la información recopilada

²² Se refiere a la etapa de desarrollo en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. Generalmente está asociada con la completa madurez de la semilla. Esta etapa fisiológica está seguida por el envejecimiento.

En cuanto a la información fenotípica, para comparar los diferentes resultados según las distintas poblaciones, se confeccionarán dos tipos de tablas: una de ellas representará los distintos porcentajes correspondientes a cada valor entre 1 a 5, en la segunda se representarán los valores estadísticos para cada una de las variables del fenotipo, lo que nos permitirá identificar para cada carácter las localidades que muestren una mejor apariencia. El coeficiente de variación nos indicará la diversidad de criterios de evaluación. Se completará una distinta para cada especie priorizada. (Anexo 12 y 13) (Fernandez, 2009).

Además, mediante un programa estadístico se realizarán dos tipos de análisis, uno de correlación entre variables de fenotipo, rendimiento y conservación de cada una de las localidades de estudio y especies priorizadas con el fin de estudiar cómo se relacionan entre sí las distintas variables medidas. (Anexo 14) (Fernandez, 2009), y otro análisis multivariado utilizando *INFOSTAT* versión 2008 (Di Rienzo et al., 2008) comparando individuos dentro de cada especie seleccionada, creando así una caracterización morfológica de cada una de las dos especies priorizadas.

6. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	Meses														
	E	F	Mr	A	My	J	Jl	Ag	S	O	D	E	F	Mr	A
Preparación del proyecto de tesis	x	x	x	x											
Taller de priorización					x										
Recolección de información en herbarios				x	x										
Recolección de información SIG en instituciones					x	x									
Realización de la estratificación del área de estudio y mapas preliminares de apoyo					x	x									
Planificación del muestreo						x									
Realización del muestreo						x	x	x	x	x					
Realización de las tablas										x	x				
Análisis de datos						x	x	x	x	x	x	x			
Resultados												x	x		
Redacción final de la tesis													x	x	x

7. **PRESUPUESTO**

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Beca	mes	17	400	6800
Recursos cartográficos	varios	1	2000	2000
Realización taller priorización especies	varios	1	360	360
Movilización (viáticos)	días	25	70	1750
Movilización (subsistencias)	días	20	45	900
Movilización (pasajes de avión)	ida/vuelta	2	180	360
Barrido con conocedores de la zona	días	30	20	600
Análisis de suelo	unidad	100	10,2	1020
Combustible	galón	300	1,5	450
Materiales de campo	varios	1	1500	1500
Materiales de oficina	varios	1	165	165
Universidad (gastos administrativos y otros)	varios	1	300	300
SUMA				16205

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Arévalo, V; Andino, M.; Grijalva, J. 2008. *Geopolítica y transformaciones agrarias: El Valle de del Quijos en la Amazonía Ecuatoriana*. Publicación miscelánea N° 142. INIAP. Quito. Ediciones Abya-Yala. 102p.
2. Barkman, J.J. ,1979. *The investigation of vegetation texture and structure*. In: M.J. Werger (ed.). *The study of vegetation*: 123-160. Junk. The Hague-Boston.
3. Bernier Villarroel, R.2011. *Curso de Capacitación para operadores del Programa de Recuperación de Suelos Degradados: Técnicas de Muestreo de Suelo para Análisis de Fertilidad*. Centro Regional de Investigación Remehue; Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Osorno, Chile.
<http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25010.pdf>.
4. Cañadas-Cruz, L. 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización Agraria. MAG (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador) / Banco Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
5. Caranqui, J; Condoy, F; Fundación Antisana. 2005. *Diagnostico florístico en la microcuenca del rio Machangara, parroquia Baeza, canton Quijos, provincia Del Napo*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/495>
6. Cardona G, JM. 2008. *Glosario multilingüe de terminología forestal: definiciones en español, con equivalencias en japonés, francés, portugués e inglés*.
7. Castillo Marín, A; 2004. *Caracterización de las poblaciones de roble melojo –Quercus pyrenaica Willd.- en el Parque Natural de la Sierra de Cardeña y Montoro: Determinación de su área potencial a través de S.I.G*. Centro Administrativo del Parque Natural de Sierra Nevada. España.
8. Condes, S; Martínez-Millán, J. 1998. *Comparación entre los índices de distribución espacial de árboles más usados en el ámbito forestal*. Unidad docente Dasometría. E.T.S.I. Montes. Madrid, España.
9. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W.(2008). *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
10. Estrada Chavarría, A; Rodríguez Gonzalez, A; Sánchez González, J. 2005. *Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica*. 228p.
11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). 2003. *Glosario sobre recursos genéticos forestales (versión española)*. Forest Genetic Resources Working Paper FGR/39E, Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Roma, Italia.
12. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). 2010. TCP/RLA/3217 TCP/RLA/3112. *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario*. Sistematización de buenas prácticas para la gestión de cuencas hídricas en los municipios de Quijos y El Chaco – Napo.
13. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). 2012. *Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Estado de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo, Soluciones para una ordenación forestal sostenible*.

14. Fernandez Jaramillo, AC. 2009. *Elaboración de un Plan de Manejo y Conservación de Pinustropicalis Morelet, en fase a Criterios de Ecofisiología de la especie. en alturas de pizarra, Viñales, en la provincia de Pinar del Río, Cuba.* Tesis Lic Ing. For. 109p.
15. Gold, K; León-Lobos, P; Way, M. 2004. *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica.* INIA, Chile. 65p.
16. Grijalva, J; Arévalo, V.; Wood, Ch. 2004. *Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía: Estudio en el Valle de Quijos y Piedemonte, en selva alta del Ecuador.* Publicación miscelanea N° 125. INIAP. Quito. Editorial TECNIGRAVA. 201p.
17. PNF (Programa Nacional de Forestería, Ecuador) / GIZ (Agencia Alemana de Cooperación, Ecuador) 2012. Proyecto PC-Quijos “Evaluación de los impactos de las prácticas agrícolas en la conservación y desarrollo de estrategias locales de adaptación al cambio climático en la sub-cuenca del Río Quijos. Informe de avance de actividades, Agosto 2010 a diciembre 2011.
18. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. *Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2010. 2010.* Comisión Nacional Forestal Periférico Poniente N° 5360. Colonia San Juan de Ocotán. México.
19. IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2012. *IUCN Resources* (en línea). Disponible en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/en_iucn_glossary_definitions.pdf.
20. Junta de Andalucía; Conserjería de Agricultura y Pesca; Conserjería de Medio Ambiente. Diciembre 2009. *Manual para el seguimiento del estado sanitario de la vegetación arbórea en la dehesa.* España http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeria_Descargas/minisites/raif/manuales_de_campo/ProtocolosCampos_Dehesa.pdf
21. Machado, R; Roche, R; Toral, O; González, E. 1999. *Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería.* Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba.
22. MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador) 2002. *Plande Manejo de la Reserva Ecológica Antisana.* Elaborado por la Fundación Antisana con auspicio de la Empresa Municipal de alcantarillado y Agua Potable de Quito.
23. Magurran, AE. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.*
24. Morrone Lupi, JJ. UNAM. Fac de Ciencias. 2012. *Sistemática, Biogeografía y Evolución, los patrones de la diversidad en tiempo-espacio.*
25. Mostacedo, B; Fredericksen, TS. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.* BOLFOR (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BO); Santa Cruz, Bolivia. Editorial El País. 87p.
26. Oliet Palá, JA; Morcillo San Juan, A. *Apuntes de Selvicultura Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (E.T.S.I.Montes), Universidad Politécnica de Madrid (UPM).*
27. Ordóñez, L; Arbeláez, M; Prado, L. (Comps.-Eds.). 2004. *Manejo de Semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú.* ECOPAR – FOSEFOR- Samiri, Quito, Ecuador. 151p.
28. Orozco, L; Brumer, C (eds). 2002. *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central.* CATIE. Turrialba. Costa Rica. Serie técnica; Manual técnico; n° 50. 264p.

29. Ramos, R. 2003. *Fraccionamiento de carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Puntarenas-Costa Rica*. Tesis M. Sc. Turrialba, CATIE.
30. Presidencia del República, 2009. *Política de adaptación y mitigación del cambio climático*. Decreto N° 495, Registro Oficial 304 de la República del Ecuador, Quito, 01 julio 2009.
31. Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. *Revista Agroforestería en las Américas*, Vol 6 n° 23
UICN. 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 p.
32. Tapia, C; Zambrano, E; Monteros, A. 2008. *Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación en Ecuador*. Publicación Miscelánea No 144, INIAP. Quito. 74p.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz N°1 de priorización de especies

Lista de especies (nombre común)	Nombre científico	¿Identifique cuál de estas especies es la más importante para usted?

ANEXO 2: Matriz de resultados de la priorización de RGF's

Color Stiker	Ponderación	Especie i		Especie ii		Especie iii		Especie iv		Especie v	
		Frecuencia	valor ponderado	Frecuencia	valor ponderado	Frecuencia	valor ponderado	Frecuencia	valor ponderado	Frecuencia	valor ponderado
AMARILLO	0,45										
	0,25										
	0,15										
	0,10										
	0,05										
Frecuencia											
Valor ponderado Total	1,00										

ANEXO 3: Matriz N°2. Usos principales de especies forestales

No	Nombre común	Usos				
		Ambiental(Conservación suelo, agua y biodiversidad)	Medicinal	Maderable	Ceremonias y Rituales	Alimenticio
						
1						
2						
3						
4						
5						

ANEXO 6: Cálculo de variables para determinación de número de transectos

Unidades muestrales	Frecuencia (FR)	Cuadrados frecuencia (FR^2)
1		
2		
3		
4		
5		
	$\Sigma=$	$\Sigma=$

ANEXO 7: Fórmulas a emplear

Determinación del número de transectos a realizar, n

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

n = número de unidades muestrales
 E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro, suele ser del 20%
 t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa $t = 0.05$
 N = total de unidades muestrales en toda la población
 CV = coeficiente de variación

$$FR = \frac{a_i}{A} * 100$$

FR = frecuencia
 a_i = número de apariciones de una determinada especie
 A = número de apariciones de todas las especies

$$s = \sqrt{\frac{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}{n-1}}$$

S = desviación estándar
 V = suma de los cuadrados de la variable a medir (frecuencia)
 n = número de transectos

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

CV = coeficiente de variación
 s = desviación estándar
 \bar{X} = media de la frecuencia

Estimación de la disminución inferida del hábitat

$$\frac{a_e}{A_d} * 100$$

a_e = área de extensión del taxón.
 A_d = área de distribución potencial del taxón

$$\frac{a}{A} * 100$$

a = área actual ocupada por la forma vegetal asociada al taxón.
 A = área ocupada por la forma vegetal asociada al taxón del primer año que se tengan datos

Cálculo de diversidad

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

H = Índice de abundancia o Índice de Shannon-Weaver

P_i = N_i/N

N_i = número de individuos de la especie i .

N = Número total de individuos de la muestra

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

J' = Índice de Equitatividad o J .

H' = Índice de Shannon Weaver

S = Número de especies de la muestra

$$\lambda = \sum p_i^2$$

λ = Índice de Dominancia o Índice de Simpson.

p_i = proporción del número de individuos de la especie i .

ANEXO 8: Caracterización de la base poblacional

ZONA (i,ii,iii)	Referencia transecto (Id.)	Especie	Descripción masa boscosa						Evaluación fenotipo			
			G.A	Estruct vegetación			Incendios etc.	E.sanit	F.fuste R/Lt/T/Mt	h Bif NB/Bs/ Bm/Bi	F.copa C/Ci/MC/mmc/PR/Rb	D.copa V/Pr/ Pq
				CD	n.v.a	Sp.dom						

<p>G.A: Grado antropogénico: B/M/A: Bajo / Moderado / Alta</p> <p>Estruct vegetación: Estructura de la vegetación</p> <p>CD: clase diamétrica</p> <p>n.v.a: nivel de vuelo arbóreo: S/M/I: Piso superior/ Piso medio/ Piso inferior</p> <p>Sp. Dom: Especie dominante: describir qué especie es la dominante</p> <p>Incendios etc.: exponer si existen incendios, talas o cualquier perturbación.</p> <p>E. Sanit: Estado sanitario: B/R/M: Bueno / Regular / Malo</p>	<p>F.fuste: Forma del fuste: R/Lt/T/Mt: Recto/Lt: Ligeramente torcido (curva escasa en 1 o 2 planos)/Torcido (curva extrema en más de un plano)/Muy torcida (curva extrema en más de un plano)</p> <p>hBif: Altura de bifurcación: NB/Bs/Bm/Bi: No bifurcado/ Bifurcado en el 1/3 superior/Bifurcado en el 1/3 medio/ Bifurcado en el 1/3 inferior</p> <p>F. copa: Forma de la copa: C/Ci/MC/mmc/PR/Rb: Circular/ Circular irregular/ Medio círculo/Menos de medio círculo/ Pocas ramas/ Principalmente rebrotes.</p> <p>D. copa: Diámetro de la copa: V/Pr/Pq: Copa vigorosa > 10 m/ Copa promedio entre 10 y 5 m/ Copa pequeña < de 5 m</p>
--	---

ANEXO 10: Tabla de muestreo de suelos

Unidad de suelo	Zona (i, ii, iii)	Referencia transecto (Id)	Nº muestra	Fecha de colecta	Profundidad	Superficie

ANEXO 12: Tabla de comparación de fenotipo

Zona	Referencia transecto (Id)	N (5)	%	N(4)	%	N(3)	%	N(2y1)	%
Bosque natural (i)									
Bosque intervenido (ii)									
Sistemas integrados (iii)									

Tabla : Comportamiento de la forma del fuste/ altura bifurcación / forma de la copa / diámetro de la copa, en las diferentes poblaciones

Se utilizará la metodología descrita por Eldrige (1973) el cual establece una escala arbitraria en valores que oscilan entre 1 hasta 5, siendo el máximo los árboles de buen fenotipo, y el mínimo los de peor apariencia, por lo tanto:

N(5) : Número de árboles muestreados con buen fenotipo.

N(1) : Número de árboles muestreados con peor apariencia.

% : Porcentaje que representa del total muestreado

ANEXO 13: Tabla estadísticos de los distintos datos a tomar del fenotipo

Zona	Referencia transecto (Id.)	Forma del fuste		Altura de bifurcación		Forma de la copa		Diámetro de la copa	DAP	Altura
		Moda	CV%	Moda	CV%	Moda	cm	cm	cm	cm
Bosque natural										
Bosque intervenido										
Sistemas integrados										

ANEXO 14: Matriz de correlación entre variables de fenotipo, rendimiento y conservación.

	Reg	Tala	E. Sanit.	G.A.	Estruct.	Altura	DAP	F. fuste	h Bif	F. copa	D. copa	Suelo
Regeneración												
Tala												
Estado Sanitario												
Grado antropogénico												
Estructura												
Altura												
Diámetro												
Forma del fuste												
h Bif.												
F. copa												
D. copa												
Características suelo												

<p>Reg: Regeneración</p> <p>E.Sanit: Estado sanitario</p> <p>G.A.: Grado antropogénico</p> <p>Estruct.: Estructura</p> <p>DAP: Diámetro a la altura de pecho</p>	<p>F. fuste: Forma del fuste</p> <p>h Bif: Altura bifurcación</p> <p>F. copa: Forma de la copa</p> <p>D. copa: Diámetro de la copa</p>
---	--