

SISTEMAS FORESTALES INTEGRALES PARA LA SIERRA DEL ECUADOR

Onno Heerma van Voss
Nikolay Aguirre M.
Robert Hofstede

Proyecto de Investigaciones en Ecosistemas Tropicales, ECOPAR
Quito, Ecuador
2001

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido a mejorar este documento con comentarios, ideas y sugerencias.

A la fundación Forest Absorbing Carbondioxide Emission (FACE) y al Programa FACE de Forestación (PROFAFOR) del Ecuador S.A; a sus funcionarios: Luis Fernando Jara y Soraya Martinez por sus ideas, revisión técnica y asistencia logística y la organización del taller realizado en junio de 1999.

Al personal de Proyecto Desarrollo Forestal Campesino (DFC/MA/FAO) que ayudaron en los recorridos de campo en Imbabura, Oyacachi, Chimborazo y Azuay.

A los campesinos y campesinas en las comunidades visitadas.

Al personal de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. por la facilidad y asistencia brindada en las observaciones de campo efectuada en sus plantaciones.

A los propietarios de la hacienda Miraflores, por las facilidades prestadas para realizar parte de las investigaciones que formaron el fundamento de esta publicación.

A los Ingenieros Leoncio Loján y Zhofre Aguirre por la revisión y edición técnica del documento.

A los participantes del taller "Sistemas Forestales Integrales" realizado en junio de 1999 en la ciudad de Quito.

Los autores

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento recopila la experiencia de cinco años de investigación realizada por el Proyecto de Investigaciones en Páramos y Bosques Andinos (ECOPAR).

La novedad del documento es que plantea los métodos para implementar sistemas forestales, mediante los cuales se puede obtener, en un período de tiempo, diferentes tipos de bosques con características análogas a los naturales; un planteamiento muy importante para la conservación de la naturaleza con su biodiversidad.

Con base en las recomendaciones del Consejo para el Manejo Forestal –FSC, el contenido de la obra guía al técnico para trabajar con los sistemas forestales que son factibles de aplicar en la Sierra del Ecuador. Para el diseño de tales sistemas, se parte de un marco referencial que trata de responder a tres preguntas básicas: ¿dónde estamos?, ¿a dónde queremos ir? y ¿cómo podemos llegar?. Siguiendo el orden de esas preguntas, los capítulos se desarrollan describiendo las condiciones del sitio donde se ejecutará la forestación; las condiciones ambientales que deben conocerse, tales como el clima, el suelo, la geomorfología, etc.; se clasifica la vegetación que existe en los bosques de la Sierra y se describe la vegetación natural potencial de dichos bosques. Después se explican los tipos de manejo silvicultural que pueden utilizarse para implementar los bosques meta que son factibles, considerando la vegetación natural potencial y los objetivos de la forestación.

Se dedica un capítulo para explicar las actividades forestales viables para el manejo de los bosques o plantaciones a implementar. Otro capítulo describe, con más detalles, los siete sistemas forestales integrales factibles para la Sierra: el nombre del sistema, lugares donde pueden aplicarse, el tipo de manejo viable, la situación inicial, las actividades que deben seguirse y las especies que pueden utilizarse para obtener el bosque meta en un tiempo determinado.

Finalmente, para orientar al técnico sobre la metodología, se incluye un ejemplo ficticio de un caso de forestación, aplicando los principios recomendados.

Un anexo denominado “Guía de campo”, que contiene recomendaciones y formularios para recolectar datos necesarios para la planificación, diseño y desarrollo de los sistemas forestales integrales descritos, forma parte adicional de este documento.

PRÓLOGO

Durante los últimos años, la forestación en el Ecuador se ha impulsado y diversificado, especialmente en la Sierra. Actualmente la forestación tiene varios objetivos como la restauración de bosques naturales, plantaciones, fijación de CO₂, producción de madera, leña, productos no madereros, protección de cuencas, ecoturismo, agroforestería, recuperación de suelos degradados, etc. Aparte de esto, se continúa con la forestación más tradicional con especies exóticas y hoy se hace forestación y reforestación en toda la sierra ecuatoriana, tanto en zonas altas como en zonas bajas.

Cada zona tiene sus propias características y objetivos para el establecimiento de plantaciones, por eso requiere un diseño forestal especial. En este documento se presenta un marco de referencia de sistemas forestales para facilitar el diseño de forestación, de acuerdo a las condiciones y objetivos.

Esta obra constituye un instrumento técnico dentro del campo de la forestación y es aplicable para todas las actividades forestales a mediana y gran escala en la sierra ecuatoriana. Se ha incluido el tema de la agroforestería en una forma restringida, porque ésta requiere un manejo distinto de la forestación masiva.

Instituciones estatales, universidades, ONGs y empresas forestales han acumulado conocimientos y experiencias sobre forestación. Por esta razón, en junio del 1999, se organizó un taller para socializar esta propuesta, la misma que fue analizada, discutida y enriquecida con nuevas alternativas y propuestas.

La forestación masiva es una inversión a largo plazo. Los costos son altos al inicio y los ingresos se obtienen a partir de los raleos, entresacas comerciales y en la corta final después de 20 años en plantaciones con especies de crecimiento rápido, o hasta 50 años o más con especies de madera dura. Por eso, toda inversión en forestación parece muy elevada al momento de hacerla.

También es una inversión irreversible y en caso de errores es irreparable. Si en una plantación se llegara a determinar que las especies no son aptas para las condiciones ambientales locales, o que la procedencia no es adecuada y como resultado los árboles crecen torcidos, enfermos o mueren. Se pierde la inversión y la única solución sería replantar, pero se requerirá nuevos recursos financieros, y por falta de estos, generalmente, se continuará con las plantaciones y bosques que crecen mal o que están muriendo.

Se debe considerar que la formación de un bosque para su aprovechamiento requiere mucho tiempo si se compara con otras actividades rentables. El ingreso se retarda y por esta razón es necesario definir bien los objetivos dentro del manejo forestal de una finca.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario estudiar alternativas económica y técnicamente viables con relación a condiciones adversas para la forestación. Así, todos los sistemas planteados tienen una característica común que consiste en el uso de un aliado poderoso que puede guiar y ayudar en el diseño, establecimiento y manejo, y que no necesita compensación por sus servicios; este aliado tan útil es la naturaleza misma.

La naturaleza puede ayudar a la forestación con el establecimiento de las plantas o se puede escoger y plantar los árboles que son aptos para el lugar. A veces la utilización de la regeneración natural evita la reforestación y el forestador solo necesita esperar y quizás fomentar y guiar un poco.

Las posibilidades que la naturaleza ofrece para la forestación, incluyen los procesos naturales que pueden ayudar a obtener plantaciones y bosques más sanos, que generarán ingresos más altos y bajos costos en el establecimiento de la forestación. Estos sistemas forestales se llaman 'integrales' porque pretenden servir a diferentes objetivos e intentan combinar los procesos naturales con la intervención humana. Se espera que esta obra contribuya a impulsar la forestación ecuatoriana.

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	MARCO DE SISTEMAS FORESTALES	12
3.	CONDICIONES AMBIENTALES	
3.1.1.	Temperatura	15
3.1.2.	Precipitación	16
3.1.3.	Tipos de clima	17
4.	LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA DEL ECUADOR	24
4.3.1.	Páramo alto o superpáramo	25
4.3.4.	Bosque bajo-andino septentrional	29
4.3.5.	Bosque andino-sureño	
5.	TIPOS DE MANEJO	32
6.	BOSQUE META	37
7.	CONDICIONES INICIALES	41
8.	ACTIVIDADES FORESTALES	47
9.	SISTEMAS FORESTALES	53
10.	EJEMPLO: EL CASO YANABAMBA	91

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

En el Ecuador existen plantaciones de pino -*Pinus patula* y *P. radiata* -hasta los 4000 msnm o más. Estas plantaciones se hicieron con el objetivo de producir madera para aserrío. Lamentablemente por razones de mala selección de especies, de sitio y por falta de manejo, el crecimiento y desarrollo de las plantas es deficitario y el objetivo no será alcanzado.

Al realizar las plantaciones, generalmente no se han considerado las características del sitio disponible. Si se hacen plantaciones en lugares donde el objetivo debe ser la protección de la cuenca o de las fuentes de agua, los árboles crecerán y en la cosecha, la tala rasa en las pendientes fuertes va a causar mucho daño al suelo y arrastrará muchos sedimentos, lo que contradice el objetivo inicial de la plantación. Esta situación ocurre porque no se planificó correctamente la forestación; se quiso proteger la cuenca, pero se escogió el sistema de forestación inapropiado, sin ajustarse al objetivo.

Otra situación que ocurre con frecuencia es la reforestación de sitios abiertos dentro de un bosque natural, realizada sin investigación previa ya que la regeneración natural puede ser un importante aliado para recuperar este bosque, sin necesidad de plantar.

Poco a poco se ha ido descubriendo y aceptando que las especies forestales necesitan ciertos factores básicos para su desarrollo, así la experiencia ha enseñado que el pino crece mal en sitios más altos de 3500 msnm, y se sabe que para la protección de una cuenca será mejor restaurar el bosque natural y evitar la tala rasa de una plantación. Frente a esta alternativa se conoce que es más obvio planificar la forestación, utilizando especies nativas o fomentar la regeneración natural.

El **número** de especies nativas utilizadas para forestación está incrementándose; existe una mayor diversificación de objetivos y a veces combinación de objetivos. Por esto, es necesario e imprescindible tener un marco claro para el diseño de planes de forestación, aptos para cada una de las condiciones ambientales, sociales y económicas.

Con este propósito el presente documento pretende facilitar una serie de consideraciones que abarcan desde las condiciones iniciales, las vegetaciones potenciales, los bosques meta, sistemas de forestación integral, que orienten y apoyen para que el técnico reforestador tome las decisiones en el campo y ejecute sus proyectos orientados a satisfacer las necesidades humanas y ambientales.

1.2. MANEJO SOSTENIBLE

El objetivo de un sistema forestal integral no es solamente ser óptimo desde el punto de vista económico, sino también en lo social, ecológico, cultural, etc. Es ampliamente aceptado que los recursos forestales y las tierras relacionadas con ellos deberían ser manejados para atender las necesidades sociales, económicas, ecológicas, culturales y espirituales de las generaciones presentes y futuras. Así mismo, la creciente toma de conciencia del público sobre la destrucción y degradación de los bosques, ha llevado a los consumidores a exigir que sus adquisiciones de madera y otros productos forestales, no contribuyan a aumentar esta destrucción, sino que más bien ayuden a asegurar los recursos forestales para el futuro.

Como respuesta a la demanda de manejo sostenible, han proliferado Programas de Certificación y de Autocertificación para productos madereros. El Consejo para el Manejo Forestal o Forest Stewardship Council -FSC- se creó en 1993, para apoyar el manejo ambiental socialmente benéfico y económicamente viable de los bosques del mundo. Acredita a las organizaciones certificadoras como un mecanismo para lograr su objetivo. En el texto de este documento y en la guía de campo anexa, se consideran las recomendaciones del FSC para el manejo sostenible (FSC 1999).

1.3. ENFOQUE SOCIAL

El objetivo principal de este documento es ofrecer una herramienta para el diseño de sistemas forestales **integrales y, como tal, su uso es restringido** porque ninguna herramienta se puede aplicar para toda acción. No se desea tratar todas las prácticas, problemas, posibilidades, etc. que tienen que ver con proyectos de forestación. Por esto lastimosamente no se profundiza mucho la parte social de la forestación. Sin embargo, existen libros y guías que abordan el tema social mucho mejor de lo que se podría hacer en este documento. Se recomienda consultar diferentes obras como la de Flores et al (1994), Aguirre et al (1995), Kenny-Jordan et al (2000) y otras que tratan sobre la forestación comunitaria.

Se espera que esta guía se la tome como una herramienta para trabajar en conjunto y llegar a una forestación óptima o, de un modo más amplio, a un uso de la tierra ambientalmente amigable, económicamente rentable y, ante todo, socialmente equitativo.

1.4. CONSIDERACIONES SOBRE COSTOS

Para muchos forestadores la principal preocupación radica en los costos de implementación. Además, se supone que los costos de sistemas con especies nativas y con regeneración natural son más altos que las forestaciones tradicionales. Es verdad que los costos de producción de plantas nativas actualmente son más altos, pero por otro lado se puede obtener un ahorro significativo. Posiblemente los costos de los sistemas planteados serán más bajos si se utiliza la regeneración natural y otros procesos naturales si se toma en cuenta estas consideraciones:

En algunos sistemas, el replante no es necesario, porque la sobrevivencia será mayor en sistemas donde se aprovecha el sombrero y protección de la vegetación alta.

El número de plantas por hectárea puede ser menor, ahorrando esfuerzo y recursos económicos. En todos los casos se utiliza la regeneración natural y para el establecimiento se disminuye el número de árboles necesarios para plantar.

La combinación o mezcla de especies pioneras y clímax puede reducir las actividades del manejo en bosques protectores. En bosques productores, las especies clímax que crecen bajo las pioneras tienden a formar un fuste recto y, por la variedad de maderas, aumenta el valor del bosque, pero su manejo y aprovechamiento son más costosos.

1.5. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento está diseñado de forma que guíe de lo general a lo particular, iniciando con un capítulo explicativo del marco de los sistemas forestales. Desde el capítulo tres hasta el ocho se profundiza los componentes del método: condiciones ambientales e iniciales, vegetación natural potencial, tipos de manejo, bosque meta y actividades forestales. En el capítulo nueve se definen algunos de los sistemas forestales que pueden implementarse en la Sierra ecuatoriana. Finalmente y para explicar el método en forma práctica, se ha incluido un ejemplo ficticio del diseño de un plan de forestación: “El caso Yanabamba” en el capítulo diez. También forma parte de este documento el anexo “Guía de Campo” que contiene los formularios para el diseño de un plan de forestación.

2. MARCO DE SISTEMAS FORESTALES

En este capítulo se presenta un marco conceptual para el diseño de sistemas forestales integrales. Posiblemente el marco contiene conceptos conocidos: cada método de planificación utiliza los conceptos para definir el objetivo (meta), las condiciones iniciales y las posibilidades y restricciones prácticas. Un ingeniero forestal con experiencia utilizará probablemente el mismo método aunque, tal vez, no lo tenga explícito.

Pero esta razón - el no tener explícito - surge la necesidad de explicarlo. La ciencia forestal y su aplicación avanzan por la sistematización y la clarificación del conocimiento intuitivo. El conocimiento obtenido a través de la experiencia y difundido en forma clara y sistematizada, ayuda mucho a las actuales y futuras generaciones de expertos forestales. Este marco, conceptualizado con la experiencia, quiere explicar el método de planificación.

2.1. TRES PREGUNTAS BÁSICAS

El método que se plantea para diseñar sistemas forestales se fundamenta en tres preguntas:

¿Dónde estamos?

¿Adónde queremos ir? y

¿Cómo podemos llegar?

Aunque estas preguntas parecen cotidianas o metafísicas, guían al elaborar un plan de forestación. Las tres preguntas se refieren a las posibilidades del sitio, a los objetivos de la forestación y a las formas disponibles para llegar al objetivo: el bosque meta.

La primera pregunta '¿Dónde estamos?' se refiere a las características del sitio, las condiciones ambientales, que son la base de cada plan de forestación porque marcan las posibilidades de la vegetación, sea boscosa o no, y permiten o restringen

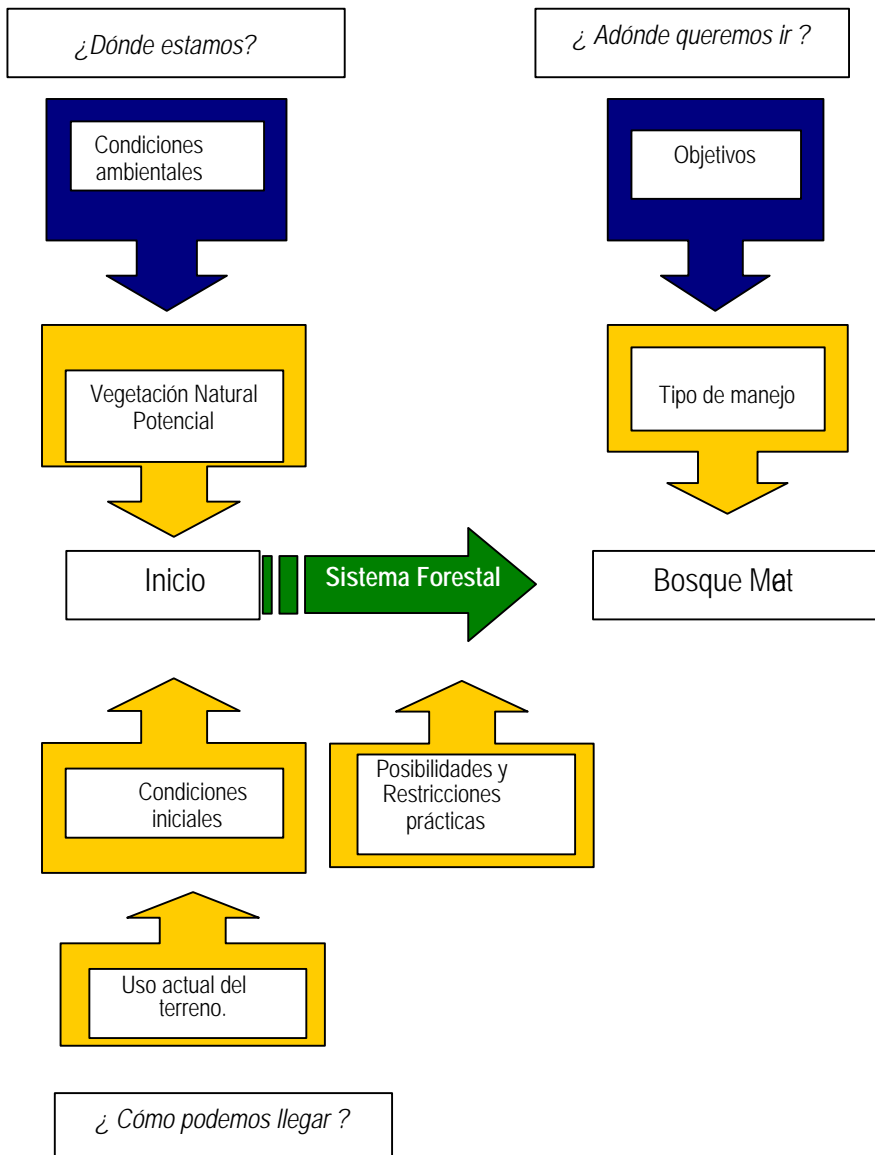
las posibilidades para la forestación en cuanto a las especies, crecimiento, etc. Estas posibilidades para la forestación se basan en la descripción de la vegetación que hubiera existido naturalmente en el lugar: la vegetación natural potencial (VNP), término utilizado en este documento y explicado en el capítulo cuatro.

La segunda pregunta ‘¿Adónde queremos ir?’ hace referencia a los objetivos que tiene la forestación. Estos definen el tipo de bosque deseado, dirigido a la protección, a la producción u otros objetivos o combinaciones, los cuales se cumplen con plantaciones, bosques naturales análogos o bosques naturales análogos manejados.

La tercera pregunta ‘¿Cómo podemos llegar?’ hace alusión al sistema forestal. El sistema forestal es el camino para llegar desde el inicio hasta la meta; se define por las condiciones iniciales del terreno, como el uso y la vegetación actual, y las posibilidades con sus restricciones prácticas: ¿cómo y en qué cantidades se pueden producir las especies deseadas?, ¿cómo pueden utilizarse los recursos económicamente?, etc.

El conjunto está representado gráficamente en la Figura 1; aquí se ve que el bosque meta es el resultado de las condiciones ambientales y los objetivos. El bosque meta es una descripción de la composición florística y estructura que se quiere alcanzar, lo cual, lógicamente, depende de las posibilidades del sitio (¿dónde estamos?) y de los objetivos de la forestación (¿adónde queremos ir?).

Figura 1. El fundamento para el diseño de sistemas forestales.



3. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales son los factores físicos y geográficos que determinan en primer lugar las posibilidades del desarrollo de la vegetación. Para describir estas posibilidades se utiliza la vegetación natural potencial–VNP-, que es la resultante de las condiciones ambientales del área. En este capítulo se tratan las condiciones ambientales.

Se distinguen condiciones ambientales que varían en gran escala como el clima, la altitud, el suelo y otros que ocurren a pequeña escala como la geomorfología, la topografía, el drenaje, entre otros. Seguidamente se tratará los diferentes factores, su influencia sobre la vegetación y las clasificaciones vigentes en la sierra ecuatoriana.

3.1. EL CLIMA

Cuando se hace referencia al clima de un sitio determinado, se consideran aspectos relacionados a la temperatura: valores promedios y variaciones, y a la precipitación o lluvia: cantidad anual y distribución en los meses del año.

3.1.1. Temperatura

La temperatura influye directamente sobre el crecimiento de las plantas, como es el caso de las bajas temperaturas que constituyen una limitante en el metabolismo de ellas.

La temperatura está muy relacionada a la altitud. En general, se puede manifestar que por cada 100 metros de ascenso, la temperatura baja alrededor de 0,6°C. Así, cuando algunas plantas no crecen a cierta altitud, es en la mayoría de los casos porque la temperatura allí es demasiado baja o alta. Sin embargo, aunque existe la mencionada relación, no siempre se encuentra exactamente una temperatura igual a cierta altitud. La temperatura promedio y los extremos dependen de factores locales

como la topografía, el viento y la humedad del suelo, cuya influencia se trata en los respectivas acápite.

Existen otros aspectos de la temperatura que también tienen influencia, por ejemplo la presencia de heladas: cuando más baja es la temperatura promedio (mayor altitud), con más frecuencia se presentan. Por lo general no ocurren por debajo de los 3000 m.s.n.m. En dos lugares con la misma temperatura promedio se puede presentar diferencia en la frecuencia de heladas. Esto depende de la fluctuación de la temperatura y por esto la presencia de heladas depende del aislamiento del sitio tanto a nivel macro y micro. El aislamiento a nivel macro tiene que ver con la topografía del área. Por ejemplo, en un valle el aislamiento por viento es mayor que en una colina y, por esto, hay más heladas en la colina.

Además, si la topografía es más ondulada o colinosa, los vientos tienden a ser más fuertes y se presentan más heladas. Con una topografía más fuerte (paisaje quebrado), los valles son más aislados y los vientos menos fuertes. También importa si el viento lleva aire frío, por ejemplo desde un nevado.

3.1.2. Precipitación

El agua es uno de los recursos más importantes para el crecimiento de las especies forestales. La provisión de agua para la plantación depende de varios factores. Primero, la precipitación, o sea la cantidad de agua que recibe el área dentro de un determinado período de tiempo. El problema es que no se conoce exactamente qué tan grande es esta cantidad de agua, porque se registra en una serie limitada de estaciones pluviométricas en el país. Además, estas estaciones fueron instaladas con un interés agronómico y por esto muchas veces están localizadas a alturas no apropiadas para la forestación. Por ejemplo, solo hay 10 estaciones pluviométricas sobre los 3000 msnm y solo una (Cotopaxi) arriba de 3500 msnm. Por esta razón es difícil predecir cuánto es la precipitación en un área definida, especialmente en áreas andinas superiores a los 3000 msnm donde se efectúa la mayoría de las plantaciones forestales en la Sierra.

Otro aspecto importante es la variación de la precipitación, tanto dentro de un mismo año como entre años. Una precipitación total anual de 1000 mm es bastante, pero si

cae solo en seis meses igual hay problemas de sequía. Por esto la distribución es igual de importante que la cantidad y es importante es conocer la cantidad de meses secos. La variación entre años depende de fenómenos climatológicos menos predecibles, como por ejemplo el fenómeno de El Niño, pero también son importantes de tomar en cuenta.

3.1.3. Tipos de clima

La baja temperatura y la gran variación diaria, en comparación con el cambio estacional, son las características del clima en los Andes ecuatorianos. De la relación estrecha entre altitud y los principales elementos del clima (temperatura, precipitación, nubosidad, insolación, humedad relativa) se originan diversos tipos de formaciones vegetales.

Ulloa & Jørgensen (1995) distinguen en la Sierra ecuatoriana tres tipos de climas. El primero es el *clima ecuatorial mesotérmico seco*, con temperaturas entre 18-22° y precipitaciones menores a 500 mm/año. Este clima ocurre en los valles interandinos protegidos de las influencias oceánicas y amazónicas. El otro es el *clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo*, con temperaturas medias entre 10-20°C y dos estaciones lluviosas bien marcadas, que registran una precipitación entre 500-2000 mm/año. Este clima sucede en las vertientes de las dos cordilleras hasta altitudes menores a los 3200 msnm.

Finalmente, por encima de los 3200 m, está el *clima ecuatorial de alta montaña*, con temperaturas medias de 8 a 12°C (en los páramos hasta 0°C) y una pluviosidad anual entre 1000-2000 mm.

3.2. LA ALTITUD

La altitud es uno de los principales factores que se debe considerar para conocer el comportamiento de la vegetación natural potencial (VNP) y así evaluar las posibilidades de forestación. Esto es no tanto por la altitud misma (a las plantas no les da sorroche) pero en vista que la altitud es un reflejo del clima, en especial la

temperatura. Como es mucho más fácil saber la altitud que la temperatura promedio, muchas consideraciones o recomendaciones técnicas se basan en la altitud.

Existen distintas clasificaciones para las zonas altitudinales para la Sierra, basadas en la altitud, cada una de la cual da una idea clara de los tipos de formaciones vegetales. Por ejemplo, Acosta Solís (1968) en su clasificación geobotánica de la cubierta vegetal del Ecuador, identifica en la Sierra tres formaciones vegetales: (i) los bosques subandinos, desde 1800 a 2800 msnm., (ii) la ceja andina, que representa la transición del bosque andino al páramo, que va desde 2800 a 3200 msnm, y (iii) los páramos y pajonales, que cubren las tierras desde los 3200 hasta los 4750 msnm. Ulloa & Jørgensen (1995), distinguen tres otras zonas altitudinales: (a) zona andina baja, desde 2 500 hasta 3000 msnm, (b) zona andina, desde 3000 hasta 3400 msnm. y (c) zona alta andina, desde los 3400 hasta 4000 msnm.

Aparte de estos, existen más que se puede aplicar a los Andes del Ecuador (Holdridge, 1954; Cuatrecasas, 1958; Sierra, 1999, entre otros). Todas estas clasificaciones difieren en nombres, en altitudes y en conceptos básicos, dependiendo de los criterios principales para la clasificación (vegetación, clima, uso, geografía etc). Esta diversidad de clasificaciones a veces puede confundir, porque al aplicarla uno quiere estar seguro. La respuesta a la confusión no es tanto que una clasificación es mejor que otra, pero que todas son aproximaciones a un largo gradiente de nivel del mar hasta la nieve perpetua, que en realidad no tiene diferentes zonas sino variaciones graduales (por ejemplo de bosque a páramo), que además difieren en altitud de lugar a lugar. Por esto, todas las clasificaciones tienen su valor, pero también su margen de error y lo que más vale son las observaciones en el campo de uno mismo.

3.3. EL SUELO

El suelo constituye la capa superior de la tierra, la cual ha sido influenciada por factores biológicos y su formación depende de una serie de factores como el material parental, el tiempo, el clima y la vegetación, entre otros.

Muchos aspectos de los suelos son importantes para tomar en consideración. Para la forestación, uno de los aspectos más importantes es la profundidad, ya que árboles son más críticas a este criterio que cultivos agrícolas. Otros aspectos físicos son la textura y la estructura. La estructura del suelo, o el grado en que el suelo formó agregados, determina un buen crecimiento de la vegetación, mientras lo contrario ocurre con los suelos arenosos en donde no existe estructura alguna. La textura del suelo determina mucho de su manejo del agua: entre más fina la textura (arcillosa), mayor retención de agua hay, pero también un menor drenaje, que en sí es una característica importante.

El drenaje se expresa el drenaje como el tiempo que el agua tarda en pasar el suelo. Sitios con las características de ser planos en los fondos de valles, pantanosos, textura muy arcillosa, siempre tienen problemas de drenaje. Se distinguen cuatro tipos de drenaje:

Drenaje excesivo es cuando el agua pasa por el suelo muy rápidamente. Esto ocurre generalmente en los suelos con pendiente fuerte y/o cuando la textura del suelo es arenosa.

Drenaje bueno es cuando el agua sale con facilidad del suelo, pero no en forma rápida. Este tipo es la mejor condición para el desarrollo vegetal. Ocurre en suelos de textura intermedia (franco - limoso)

Drenaje imperfecto se tiene cuando el agua del suelo drena en forma lenta y por lo general se queda en el suelo por períodos largos. Esto ocurre en suelo que tienen un mayor porcentaje de arcillar.

Drenaje malo ocurre en suelos que permanecen inundados o saturados por períodos largos de tiempo. A esta categoría pertenecen los pantanos.

La química del suelo refiere al contenido de los distintos minerales y de materia orgánica. En general, lo que más necesita la vegetación son los macronutrientes (N, P, K, Mg y Ca) pero también la presencia de micronutrientes es indispensable (Fe, Al, Mn, B, etc.). Lo que es importante es considerar que siempre hay un elemento que limita el crecimiento; hasta no completar la demanda de este elemento, no

importa mucho la disponibilidad de los demás. El contenido de la materia orgánica es importante en una forma indirecta, pues las plantas no lo absorban en forma directa pero mientras más materia orgánica tenga un suelo, mayor agua podrá retener y las plantas tendrán una mejor provisión de este líquido. Además, al descomponerse, la materia orgánica abastece la vegetación con nutrientes, especialmente nitrógeno.

El pH es el grado de acidez, que indica el balance entre ácidos y alcaloides en el suelo. Lo mejor es un pH de neutro a ligeramente ácido (5-7). Si el pH baja demasiado, significa que hay mucho aluminio en niveles tóxicos y cuando es demasiado alto, las plantas tendrán una falta de aniones.

Con base en el origen del material parental y de la edad, se han formado dos grupos de suelos ubicados al norte y sur de la Sierra del Ecuador.

3.3.1. Los suelos de la Sierra Norte del país: de Cuenca hacia el norte.

Proviene del material volcánico relativamente joven, procedentes de los volcanes activos, como el Sangay, Tungurahua, Cotopaxi y Guagua Pichincha. Estos suelos se denominan Andosoles, formados en cenizas volcánicas que contienen mucho hierro y aluminio; son de color oscuro, café hasta negro, tienen un alto contenido de materia orgánica y son fértiles. Tienen un perfil AC, que significa que son generalmente poco desarrollados. En zonas altas donde la temperatura es baja y como el suelo aún no ha sido meteorizado, los nutrientes no están disponibles para plantas.

Cerca a los volcanes y en regiones altas, entre 4000 y 4600 msnm aproximadamente, se encuentran suelos de textura gruesa, poco meteorizados y con relativamente poco material orgánico acumulado, por ser desarrollados en materiales volcánicos muy jóvenes y a bajas temperaturas. La acumulación exhibe un patrón con mucha variación espacial por la típica distribución de las plantas de rosetas, almohadillas y penachos de paja en esa zona. Estos suelos según el mapa de PRONAREG (Gondard 1984) corresponden a suelos arenosos sobre cenizas, no alofánicos. El límite entre estos suelos y el siguiente grupo ocurre donde la temperatura promedio del suelo, a una profundidad de 50 cm, es de 10°C y coincide

aproximadamente con el límite superior donde se practica la agricultura (3800-4000 m).

Los andosoles que se encuentran en la zona del páramo bajo -3400-4000 msnm- son los más profundos. El horizonte A negro es tiene un grosor mayor a de 50 cm (en Carchi hasta los 2 metros). Son suelos de textura media y tienen propiedades ándicas -fuerte fijación de fósforo, mucho aluminio, descomposición limitada-, alofánicos con materia amorfa, no ácidos pero todavía con bastante vidrio volcánico. La saturación de bases es baja. La retención de agua total varía alrededor del 100%. Estos suelos corresponden, según el mapa de PRONAREG, al conjunto de suelos derivados de materiales piroclásticos, alofánicos, francos, con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases <50%, densidad aparente >0,85 g/cc. La cantidad de materia orgánica depende de la edad del suelo, es así que en suelos jóvenes, donde no se ha formado un estrato de vegetación, la cantidad de materia orgánica no es alta.

En general los suelos en el Centro y el Norte del país son buenos para el desarrollo de la vegetación porque tienen una alta capacidad de retención de agua, buena estructura granular y alto contenido de materia orgánica.

3.3.2. Los suelos de la Sierra Sur (Azuay y Loja)

Estos suelos no están formados a partir de material volcánico. Se derivan de material meteorizado de rocas sedimentarias y metamórficas.

Son suelos relativamente viejos, poco profundos, de color pardo-amarillentos, con menos materia orgánica, y una menor capacidad para retener el agua que los del norte. Estos suelos son de baja fertilidad y su elemento limitante principal es el nitrógeno. Además son muy susceptibles a la erosión debido a las fuertes pendientes y al uso actual del suelo.

En algunas partes existen suelos con una capa delgada de ceniza volcánica proveniente de los volcanes del norte (ej. Fierro Urcu en Loja y Cajas en Azuay), inicialmente con alto contenido de materia orgánica que actualmente, debido a la erosión, ha desaparecido en grandes cantidades.

3.4. GEOMORFOLOGIA

Otro aspecto importante para la formación de la vegetación es la geomorfología de una área o de cierto lugar dentro del área. Galloway (1986) recalca que la geomorfología local tiene una influencia determinante, porque ejerce efectos: sobre la duración de la exposición al sol, en la presencia de heladas, en el efecto de los vientos y en la profundidad y humedad del suelo. Además, la geomorfología es uno de los factores importantes para la hidrología.

Así los sitios con exposiciones al Este son los primeros en recibir los rayos solares y por ende se calientan más pronto. En la Sierra esta condición favorece al desarrollo de la vegetación. En áreas con presencia de nevados, generalmente se tiene mucha influencia de vientos fuertes y fríos. Si el sitio para plantar se encuentra en una pendiente que termina en un nevado (por ejemplo, las laderas del Cotopaxi o los arenales del Chimborazo) hay que predecir que se van a presentar condiciones climáticas más extremas que las normales para dicha altitud.

Entre más ondulado es el terreno, más influencia tienen los vientos y una planta sufre más por desecamiento fisiológico y por heladas. Por esto, si el terreno tiene una topografía suave- ondulada (lo que ocurre mucho, pero no exclusivamente, en las provincias de Carchi y Azuay) se debe considerar que la influencia de temperaturas bajas se presenta a altitudes más bajas que lo normal y una plántula se seca a una altitud que normalmente está dentro de su rango.

Lo contrario ocurre en topografías muy pendientes, como en Pichincha, Cotopaxi y Loja. Entre más pendiente es una área (presencia de crestas y valles profundos) más protección existe contra vientos fuertes y heladas. El efecto de la ondulación vale tanto a un nivel macro como a nivel meso.

Si la geomorfología es ondulada, quiere decir que en toda el área hay condiciones relativamente más duras. A nivel meso significa que los valles en zonas onduladas son menos favorables que las colinas, mientras que con topografía fuerte los valles son más favorables. Para una mejor explicación se indica lo siguiente: un terreno con topografía fuerte, la forma de los valles pequeños es en V y se manifiesta en un valle

aislado de vientos, existiendo en el punto más profundo una quebrada, mientras que el resto del área es pendiente con buen drenaje.

En los valles en U, en la base generalmente se forma un pantano, que presenta malas condiciones para el crecimiento de plantas. Además, un valle en U presenta un fenómeno de enfriamiento en las noches; esta es la razón para que se forme un pajonal natural en medio del bosque, mientras en los valles en V en altitudes aún mayores, se desarrollen bosques en medio del páramo. No importando la forma del valle, en las lomas la influencia del viento siempre es más grande que en las pendientes o en los valles.

La geomorfología determinó que en la zona austral de la Sierra (sur de Azuay y Loja) los cinturones altitudinales están más bajos que en la zona Norte, porque los masivos montañosos son de menor altitud. En la cordillera sur, se encuentran páramos desde los 2900 msnm.

4. LA VEGETACIÓN NATURAL DE LA SIERRA DEL ECUADOR

La región andina es una de las más deforestadas del país, pero a pesar de esta condición aún se pueden encontrar muestras importantes de vegetación natural, la misma que se caracteriza por un alto grado de diversidad y endemismo. En este capítulo se tratará de describir la vegetación natural existente desde la cota de 2800 hasta los 4000 msnm, es decir hasta el límite original del bosque andino.

La idea de definir las distintas categorías de vegetación natural que hay en la Sierra, es para tomarlas como modelos potenciales que se pueden implementar con los sistemas forestales.

4. 1. VEGETACIÓN NATURAL POTENCIAL (VNP)

Se usa el término vegetación natural potencial (VNP) para denominar a la formación boscosa natural que se puede formar potencialmente en un cierto lugar, con la utilización de sistemas forestales. Será la vegetación resultante luego de diseñar y aplicar modelos de sistemas forestales que tienen como objetivo la restauración.

El propósito de definir las VNP radica en que a partir de formaciones vegetales existentes (bosques andinos, bosques alto-andinos, etc.) se puede planificar, diseñar y desarrollar estrategias futuras para la plantación a gran escala, siempre en función de los objetivos.

4. 2. CLASIFICACIÓN

La presente clasificación es una síntesis que reúne las clasificaciones realizadas por algunos autores entre ellos: Acosta Solís (1968), Ulloa & Jorgensen (1995) y Fehse et al. (1998). Los tipos de vegetación natural existentes que se utilizan en el documento se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de bosques andinos según la VNP, su ubicación altitudinal y zona geográfica.

	Altitud (msnm)	Zona		Vegetación natural potencial
	4000 y más	Páramo		Páramo
	3600 –4000	Alto-andina		Bosque alto-andino monoespecífico
				Bosque alto andino heterogéneo
	3200 –3600	Andina		Bosque andino general
	2800 –3200	Andina		Bosque andino septentrional
				Bosque andino - sureño

4. 3. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN NATURAL POTENCIAL -VNP

4.3.1. Páramo alto o superpáramo

Hay varias hipótesis sobre la altitud hasta dónde originalmente se desarrollaba el bosque andino y dónde empezaba el páramo. Actualmente, en varias áreas del Ecuador se encuentran páramos a partir de los 3200 msnm o inclusive desde los 2900 msnm (Loja). Sin embargo, también se encuentran fragmentos de bosques bien por encima de esta altitud, en algunas áreas hasta los 4200 msnm.

En general existe la opinión que los bosques de páramo en el Ecuador son relictos cerrados que cubrieron mucha más área de la que actualmente está cubierta por vegetación de páramo (Ulloa y Jørgensen 1995). La explicación es que por influencia humana, principalmente por quemados, la vegetación boscosa ha sido reemplazada por pajonal. En muchas partes la gente quema el páramo para obtener rebrotes nuevos de la paja para el ganado. Estas quemados muchas veces llegan hasta el límite del bosque y dañan los árboles. El espacio que queda abierto ya no tiene las condiciones microclimáticas del bosque, sino las del páramo (alta insolación, mucho viento, congelación frecuente, etc.) y por esto es fácilmente colonizado por especies vegetales del páramo, que además son más resistentes al fuego. De esta manera el páramo bajó su rango natural de distribución.

Aunque es seguro que el límite actual de bosque cerrado está artificialmente más bajo, no es cierto que toda el área donde ahora se encuentra el páramo ha sido originalmente bosque. Aunque en la mayoría de los casos el límite de bosque original ha sido influenciado por quemas, en algunos lugares se encuentran todavía buenos ejemplos de transiciones graduales de bosque cerrado a páramo sobre altitudes entre 3700 y 4000 msnm. Allí también se encuentran arriba de esta transición bosques pequeños de tipo alto-andino mono-específico de yagual (*Polylepis* spp.) y piquil (*Gynoxys* spp.) que crecen en partes protegidas como cárcavas, valles pequeños o al pie de las rocas.

Se concluye, que originalmente los bosques formaron una ceja cerrada que ahora en muchas partes ha sido fragmentada por la influencia humana. Arriba de esta zona pueden formarse bosques en sitios protegidos con un microclima favorable.

Se puede estimar que el límite superior original del bosque cerrado estaba entre los 3700 y 4000 msnm. El límite inferior exacto del páramo depende de la topografía local, etc. Los fragmentos de bosque por debajo del límite superior son remanentes de bosque cerrado y los fragmentos encima son bosques azonales.

4.3.2. Bosques alto-andinos

Debido a las fuertes condiciones ambientales los bosques alto-andinos tienen un dosel arbóreo bajo que no sobrepasa los 10 m de altura, con árboles torcidos con DAP menores a 20 cm. Generalmente con una densidad alta de hasta 1200 individuos/ha y una área basal considerable. Por la alta humedad hay una capa gruesa de briófitas en el piso, en los fustes y ramas de los árboles.

En esta categoría se distinguen claramente dos tipos de bosques: monoespecíficos y heterogéneos o mezclados. Los monoespecíficos son bosques que existen de una sola especie, normalmente *Polylepis* spp. o *Gynoxys* spp. Bosques alto andinos heterogéneos (creciendo en áreas algo menos extremos) tienen una diversidad de varias especies leñosas, como *Oreopanax* spp. *Hesperomeles obtusifolia*, *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys* spp., *Miconia* spp., etc.

Este tipo de bosque se encuentra hoy en día casi solamente en forma de remanentes en lugares protegidos, generalmente en las depresiones del terreno y cerca de formaciones de rocas y como islas dentro de espacios grandes de pajonal.

Actualmente, en la zona alto-andina no forestada se encuentra un pajonal que está ubicado en partes expuestas al viento y, en los valles, pantanos de almohardillas. En estas áreas es muy difícil encontrar signos de sucesión hacia bosque andino. Sin embargo, en sitios con buen drenaje o no tan expuestas al viento se encuentra entre la paja ya unas especies leñosas pioneras como los arbustos *Chuquiraga jussieui*, *Diplostephium* spp., *Pernettya prostrata*, *Gynoxyx buxifolia*, *Loricaria thuyoides*, *Hypericum* spp., *Lupinus* spp., *Brachyotum* sp. y *Valeriana multiflora*. y unas especies de árboles *Escallonia myrtilloides* y *Hesperomeles obtusifolia*.

Cuando se deja de quemar y pastorear en las partes con paja, esta Poaceae crece y puede alcanzar alturas de hasta un metro dentro de un lapso de tres años. Las leñosas también crecen y como resultado se puede obtener un páramo arbustivo dentro de aproximadamente 10 años.

Si hay una de fuentes semilleras en la cercanía, más arbustos y árboles intermedios empiezan a invadir los pajonales y el matorral. Se estima que a partir de los 30-50 años se puede formar un ecosistema con características de bosque.

En ausencia de fuentes semilleras es posible que la sucesión llegue, en unos 15 años, a vegetación arbustiva densa con una altura de copa de dos metros como máximo. Posteriormente es muy incierto si logran llegar especies arbóreas para que se desarrolle el pajonal hasta formar un bosque. Cuando se forma un bosque sin la presencia de fuentes semilleras en la cercanía, este proceso es largo y la composición de este bosque probablemente siempre carecerá de ciertas especies típicas.

La regeneración de árboles de los géneros *Geissanthus* y *Miconia* al parecer entra cuando ya se ha establecido una vegetación boscosa; esta situación se da posiblemente porque sus frutos son bayas y se supone que las semillas son dispersadas por aves.

4.3.1. Bosque andino general

En la zona andina distinguimos dos zonas altitudinales, de las cuales la zona mas alta (entre 3200 y 3600 metros) no difiere mucho entre el Norte y el Sur del país. La diversidad de especies en bosques andinos maduros es alta; se reportan entre 30 y 50 especies/ha (Valencia 1995). Algunas especies características son: *Escallonia myrtilloides*, *Geissanthus* sp., *Hesperomeles ferruginea*, *Myrcianthes* spp., *Myrsine* spp., *Ocotea* sp., *Oreopanax* spp., *Prumnopitys* sp., *Symplocos quitensis*, *Tournefortia* spp., *Vallea stipularis* y *Weinmannia* spp. El estrato arbóreo alcanza alturas de hasta 20-25 m y los árboles en general tienen una forma recta.

Este tipo de bosques se distribuye en toda la Sierra del Ecuador, hacia ambos flancos de la cordillera occidental y oriental, hasta altitudes de 3500 msnm. Generalmente los bosques de los flancos orientales son más húmedos que los occidentales debido a los vientos húmedos provenientes de la cuenca del Amazonas.

En la zona andina la sucesión empieza con el desarrollo de la paja *Calamagrostis* spp. y/o *Stipa ichu* que alcanza alturas de hasta un metro, cubriendo totalmente la superficie del suelo, por eso se denomina 'zona de pajonal'. También crecen arbustos como *Arcytophyllum* sp., *Baccharis macrantha*, *Calceolaria* sp., *Dalea* sp., *Diplostephium* spp., *Hypericum laricifolium*, *Lupinus* sp., *Pernettya prostrata*, *Loricaria thuyoides*, *Senecio* spp., *Brachyotum* spp. y *Valeriana* spp. y los árboles *Columellia oblonga*, *Gynoxys buxifolia* y *Hesperomeles obtusifolia*.

En unos años la paja llegará a una altura de más de un metro y facilitará el desarrollo de la vegetación arbustiva con los arbustos mencionados anteriormente y otros arbustos no presentes en el pajonal. tal vez porque no soportan la quema y/o el pastoreo, como *Berberis conferta* y *Vaccinium floribundum*.

Luego de unos 10 años se dispone de un pajonal arbustivo (coberturas de hasta 30%). Los árboles intermedios van invadiendo cuando hay presencia de bosques que funcionan como fuentes semilleras: *Brachyotum ledifolium*, *Buddleja incana*, *Myrica pubescens*, *Vallea stipularis*, *Escallonia myrtilloides* y *Sessea crassivenosa*.

Una vez que la vegetación arbustiva y boscosa se cierre (con alturas de más de dos metros), se ha establecido que se puede presentar la regeneración de algunas especies clímax como los arbustos: *Macleania rupestris*, *Miconia* spp., *Phenax* sp., *Piper* spp., *Vernonia* sp. y *Solanum* spp; de los árboles: *Geissanthus* sp., *Hesperomeles ferruginea*, *Myrsine andina*, *Oreopanax* sp., *Symplocos quitensis* y *Tournefortia* sp. El tiempo para que pueblen estas especies, depende de la cercanía de las fuentes semilleras.

4.3.4. Bosque andino septentrional y sureño

En la zona andina distinguimos dos zonas altitudinales, de las cuales la zona mas abajo (entre 2800 y 3200 metros) existe una diferencia notable entre el Norte del país y el Sur (con la separación más o menos en la línea Girón Paute, Jorgensen y Ulloa, 1995).

La diversidad de especies en estos bosques andinos bajos, tanto los septentrionales como los sureños, es muy alta en relación con las otras zonas; se han registrado entre 70 y 90 en los bosques de Cajanuma y Yangana dentro del Parque Nacional Podocarpus (Madsen y Ollgaard 1994).. Las especies de árboles típicos para los bosques septentrionales son: *Weinmannia* sp., *Podocarpus* spp., *Ocotea* spp., *Nectandra* sp., *Myrcianthes* sp.. En el Sur las especies típicas de estas formaciones boscosas son: *Prumnopitys montana*, *Podocarpus* spp., *Myrcianthes hallii*, *Ocotea infrafoveolata*, *Myrcianthes* spp., *Nectandra laurel* y *Clethra fimbriata*.

El estrato arbóreo alcanza alturas de hasta 20-25 m; los árboles en general tienen forma recta, promedios de 40 cm de DAP y densidades hasta 800 individuos/ha. Generalmente los bosques poseen una gran riqueza y cobertura de epífitas (orquídeas, bromelias, helechos) y briófitas.

Actualmente estos bosques se encuentran ubicados en las partes bajas de las estribaciones de las cordilleras. Los bosques andinos septentrionales desde Cuenca hacia el norte, sobre terrenos de pendientes suaves y onduladas, con características climáticas especiales, que han permitido la mezcla de elementos florísticos andinos

con los del piso premontano. La presencia de especies maderables “valiosas” ha hecho que éstos bosques sean frecuentemente explotados y alterados.

Unos ejemplos típicos y conocidos del tipo de bosque andino septentrional incluyen la reserva Maquipucuna (Pichincha) y los bosques de Intag (Imbabura), pero también los bosques casi monoespecíficos de aliso (Oyacachi, Sangay) y de *Freziera canescens* (Cotacachi).

Los bosques andinos sureños encuentran unos buenos ejemplos en el Bosque protector Mazán (Azuay) y los Bosques de Santiago (Loja).

En tierras a mediana altitud (alrededor de los 3000 metros) la sucesión a partir de un campo abierto (de agricultura, potreo o deforestado por otra razón) se caracteriza por la dominancia de *Chusquea scandens* (suro o chincha) es una especie heliófita, invasora pionera y muy agresiva que cubre totalmente una zona en pocos años y permanece allí varios años.

Luego de un largo tiempo (> 10 años o más) las especies leñosas logran superar al suro. Una vez establecida la vegetación arbustiva de las pioneras como: *Baccharis*, *Gynoxys*, *Solanum*, entran especies intermedias como: *Miconia*, *Piper*, *Brachyotum* y *Hedyosmum* (etapa que dura hasta 20 años). Con ayuda del microclima del bosque que se formará, empezarán a regenerarse especies clímax como: *Myrcianthes*, *Myrsine* spp., *Ocotea*, *Prumnopitys* y *Weinmannia*, en el caso que exista fuentes semilleras cercanas. En 50 años habrá un bosque entrando a su etapa clímax.

En la zona sureña las especies leñosas que ingresan el área después del Suro pertenecen de los géneros *Miconia*, *Myrica*, *Piper*, *Hedyosmum* y *Cyathea caracasana*. Paralelamente al proceso van ingresando especies clímax típicas de esta formación como *Myrcianthes* spp., *Oreopanax* spp., *Ocotea* spp., *Clethra* spp., *Cinchona* spp., etc. Normalmente, la sucesión en el Sur toma un poco más tiempo, por la menor fertilidad de los suelos. La sucesión de este tipo de vegetación abierta a bosque maduro, puede ocurrir en un lapso de 40 a 50 años en las condiciones más favorables. La entrada de especies intermedias y clímax depende de la existencia y cercanía de fuentes semilleras.

Un caso especial es la sucesión primaria de *Alnus acuminata* y *Freziera canescens*, que se da en suelos descubiertos por derrumbes y/o deslizamientos. Si existen en los alrededores fuentes de semillas estas especies llegan a establecer un bosque mono-específico con hasta 15 000 individuos/ha, disminuyendo a densidades de 1000-1200 individuos/ha a la edad de 20 años, en esta etapa se introducen especies intermedias.

5. MANEJO FORESTAL

5.1. OBJETIVOS DEL MANEJO

Es de mucha importancia que desde el principio se establece el objetivo del manejo forestal, lo que tiene implicaciones directas sobre las actividades del manejo. Normalmente el objetivo es de asegurar que el bosque o plantación proveerá los bienes y servicios deseados. Los bosques proveen una serie de bienes y servicios como:

Productos madereros: madera para la industria, para construcción, para uso doméstico, etc.

Productos no madereros: medicinas, hongos comestibles, frutos, resinas, látex, forraje, animales silvestres, etc.

Servicios: fijación de dióxido de carbono, protección de la biodiversidad, protección del suelo, protección de fuentes de agua, turismo, etc.

Muchos bosques y plantaciones no se encuentran en un buen estado de manejo, porque no se ha definido desde el principio cual era el objetivo. Muchas veces se consideran varios objetivos (por ejemplo: producción de madera, protección de suelo y recreación) sin considerar que cada una de estos requiere un manejo diferente.

5.2. TIPOS DE MANEJO

El manejo forestal es la actividad de guiar ecosistemas arbóreos para lograr los objetivos planteados. Con el manejo se modifican las características de un bosque para obtener los beneficios deseados. Las actividades del manejo forestal incluyen la preparación del terreno, la plantación, actividades para estimular la regeneración natural, el replante, el raleo, la poda, preparación para la regeneración de la siguiente rotación, la cosecha, etc. El conjunto de estas actividades forestales, ajustado a un

cierto objetivo o una combinación de objetivos de la forestación, se denomina el 'tipo de manejo' y éste, junto con las condiciones iniciales y las posibilidades y restricciones prácticas, definen el sistema forestal.

Hay diferentes tipos de manejo, así, para la protección del suelo y el ecoturismo se puede proponer un bosque natural sin manejo; para la producción de leña se propone el establecimiento de plantaciones. Un bosque natural manejado sirve para la combinación de los servicios de protección de suelo, ecoturismo y producción de madera. El nombre que se da a cada tipo de manejo tiene relación con tipo de bosque a obtener y la intervención que se ejecuta.

Ejemplos de tipos de manejo, según el rango extensivo-intensivo de acción para obtener el bosque final, son:

Bosque natural análogo

Bosque natural análogo manejado

Plantación con especies nativas

Plantación con especies exóticas

5.2.1. Bosque natural análogo

En este primer ejemplo, bosque natural análogo, el objetivo principal de la forestación es la protección, sea de la naturaleza, biodiversidad, suelo, cuenca hidrogáfica, etc. El manejo se dirige a imitar un bosque natural en cuanto a la composición de especies y su estructura. El objetivo es obtener un bosque con una mezcla de especies con diferentes edades.

Este tipo de manejo es la opción más lógica, pues un bosque natural es un ecosistema estable, el manejo y los costos después del establecimiento son muy bajos o no-existentes. De este tipo de bosque se pueden aprovechar ciertos productos no madereros como leña en pequeñas o grandes cantidades. Por su forma natural el bosque puede servir para el ecoturismo.

5.2.2. Bosque natural análogo manejado

En este tipo de manejo se combinan los servicios de producción y de protección. El manejo extensivo dirige los procesos naturales para optimizar los ingresos, mientras que el ecosistema permanece lo más intacto posible. Su forma natural permite incrementar su biodiversidad, ya que existen diferentes clases de estadios de sucesión. Además sirve para la producción y aprovechamiento de leña y productos no madereros.

En las últimas décadas en Europa y USA se está enfocando este tipo de manejo, debido a las posibilidades de combinación de diferentes servicios. Recibe tanta atención, que se habla de escuelas de este tipo de manejo: Pro Silva, Naturnahe Waldbau, Forestación Integrada, etc.

5.2.3. Plantaciones con especies nativas

La forestación tradicional se dirigió principalmente a la producción de madera para pulpa o para aserrar, utilizando especies exóticas.

En este modelo, el manejo favorece a los árboles nativos que producen madera, quitando o suprimiendo el resto de vegetación. Por sus características, las plantaciones no proporcionan todos los servicios como lo hacen los otros tipos de manejo, pero dan protección al suelo, fijan CO₂, ayudan a la biodiversidad y dan productos no madereros.

Sin embargo, no todas las plantaciones son iguales: el tiempo de la rotación determina el desarrollo del ecosistema y permitirá obtener características de bosques naturales. De esta manera las plantaciones con rotaciones largas, de 40 años o más, en donde puede desarrollarse una vegetación arbustiva y herbácea, favorece la producción de leña y otros productos no madereros.

Debido a la tala rasa que debe practicarse al fin de la rotación, este tipo de "ecosistema" siempre tiene un impacto considerable sobre el suelo. Con la tala rasa generalmente se remueve toda la capa arbórea y destruye el sotobosque, dejando la

superficie sin cobertura vegetal. Las máquinas pesadas utilizadas para la cosecha compactan el suelo, inhibiendo la recuperación de la vegetación. Para disminuir el impacto se puede aplicar técnicas como la tala dirigida en el cual los árboles son volteados en una sola dirección, la extracción con wincha, las cortas selectivas, etc.

Por el alto riesgo de erosión después de la cosecha, el reglamento de manejo sostenible de la FSC prohíbe plantaciones al lado de quebradas y en pendientes fuertes mayores al 50%. En pendientes medianas de 25 a 50% se aconseja no aplicar sistemas como la tala rasa y aplicar otras técnicas como las cortas selectivas, extracción por cable, etc.

La plantación con especies nativas conlleva una ventaja para evitar los posibles problemas de tala rasa, pérdida de suelo y de biodiversidad resultado de una plantación: el hecho de que hay tantas especies leñosas nativas, hacen que es relativamente fácil hacer plantaciones mixtas. Si se lo establece en bloques o en líneas, para facilitar el manejo práctico, a la hora de hacer raleos o de cosechar, se aplica un manejo diferido: nunca se está aplicando el mismo manejo al mismo momento en toda el área, así mitigando mucho el impacto de un monocultivo.

5.2.4. Plantaciones con especies exóticas

En el rango de manejo extensivo-intensivo las plantaciones con especies exóticas constituyen el tipo más intensivo (considerando la intensidad de actividades de manejo, el tiempo corto de la rotación y el carácter monoespecífico) y es un ecosistema con características poco naturales.

Las consideraciones sobre el impacto de la cosecha son iguales a las indicadas para plantaciones con especies nativas. Así mismo se restringe las plantaciones al lado de quebradas y en pendientes fuertes (más de 50%). En pendientes medianas se aconseja aplicación de sistemas con cosecha parcial.

Normalmente, la plantación con nativas tiene el objetivo de producir madera para la venta, o sea, un objetivo completamente económico. Esto implica que estas plantaciones merecen un manejo muy cuidadoso para obtener la madera más

apreciado en el mercado. Igualmente implica que cada concesión que se hace para otros objetivos (recreación, protección etc.) puede implicar una pérdida de rendimiento de la inversión. Por esto lo más recomendable es de considerar una plantación monoespecífico con especies exóticas como una forma de generar empleo, recursos económicos y bienestar social, pero estar realista en su impacto ecológico y social.

5.3. RELACIÓN ENTRE TIPO DE MANEJO Y LA UTILIDAD PARA LAS FUNCIONES DEL BOSQUE.

En el Cuadro 2 se presentan los diferentes tipos de manejo y sus utilidades para satisfacer las necesidades humanas y de los ecosistemas.

Cuadro 2. Relación entre los ejemplos de tipos de manejo y los productos y servicios que generan, para determinar la factibilidad de las funciones de los bosques .

Tipos de manejo⇒	Bosque natural análogo	Bosque natural análogo manejado	Plantación con nativas	Plantación con exóticas
Productos y servicios ↓↓				
Madera comercial	-	+	++	++
Madera para uso doméstico	-	++	++	+
Protección del suelo	++	+	+	-
Biodiversidad	++	++	+	-
Ecoturismo	++	+	+	-
Otros productos	+	++	+	+

++ Muy factible; + Factible; - Factibilidad restringida

6. BOSQUE META

6.1 GENERALIDADES

El bosque meta es aquel que se obtendrá después de aplicar un sistema forestal. La factibilidad proviene de la combinación de la vegetación natural potencial con los tipos de manejo y el bosque meta resultante debe tener un nombre combinado.

De las condiciones ambientales de la Sierra se originaron tres zonas (4 con la zona de páramo) y cinco tipos de VNP como se expuso en el Cuadro 1.

De los servicios se derivaron cuatro tipos de manejo:

Bosque natural análogo

Bosque natural análogo manejado

Plantaciones con especies nativas

Plantaciones con especies exóticas

Combinando la vegetación natural potencial con cada tipo de manejo se obtienen las opciones de bosques meta. En el cuadro 3 se presentan todas las combinaciones.

Cuadro 3. Combinaciones de la vegetación natural potencial (VNP) y los tipos de manejo para determinar la factibilidad de los bosques meta.

Vegetación natural potencial ⇒ Tipo de manejo ↓	Bosque alto-andino mono-especifico	Bosque alto-andino heterogéneo	Bosque andino general	Bosque andino septentrional	Bosque andino-sureño
Bosque-natural análogo	++	++	++	++	++
Bosque-natural análogo manejado	+	+	++	++	++
Plantación-con especies nativas	+	+	++	++	++
Plantación-con especies exóticas	-	-	+	+	+

++ Muy factible; + Factible; - Factibilidad restringida

Del cuadro se desprende que los bosques meta muy factibles son los siguientes:

- Bosque natural análogo alto-andino monoespecífico
- Bosque natural análogo alto-andino heterogéneo
- Bosque natural análogo andino (general, septentrional y sureño)
- Bosque natural análogo manejado andino (general, septentrional y sureño)
- Bosque andino (general, septentrional y sureño) plantado con nativas

El resto de bosques meta tienen menor factibilidad y en los bosques alto andinos casi no hay factibilidad de bosques con exóticas. Pese a la factibilidad, algunos bosques meta posibles no son igualmente preferibles.

Los juicios se refieren a la utilidad del establecimiento de un cierto tipo de manejo en un tipo de vegetación natural potencial (VNP) considerando la sostenibilidad económica y ecológica.

En la zona alto-andina, los bosques alto-andinos monoespecíficos y heterogéneos son ecosistemas bastante frágiles y el único tipo de bosque que se considera factible es el bosque natural (++); el bosque natural manejado, aunque es factible, se podría establecer, pero no es recomendado. No se recomienda plantaciones porque no son económicamente rentables por el crecimiento lento y no son ecológicamente factibles por ser ecosistemas frágiles.

La mayor dinámica de las tierras bajas (zonas andina y baja-andina) hace posible cada tipo de bosque meta.

6.2. CONSIDERACIONES SOBRE SOSTENIBILIDAD

La determinación de un tipo de manejo depende, además de la VNP, de los objetivos y de las características del sitio.

Para el manejo sostenible se requiere (FSC, 1999):

- La protección de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción
- La protección de bosques naturales

La protección de suelo

La protección de cuencas hidrográficas

La aplicación de estos principios en los bosques de la Sierra se describe a continuación.

6.2.1. Protección de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción

Parte del diseño de un plan forestal es el reconocimiento de la flora y fauna. La forestación no tiene que dañar o amenazar especies raras, amenazadas o en peligro de extinción o a los hábitats de éstas (principios de 6.2 y 10.2 del Reglamento de FSC). Por ejemplo, en pajonales donde se encuentran los frailejones -*Espeletia pycnophylla*- es mejor evitar hacer plantaciones forestales considerando el reconocimiento de la importancia de la flora nativa.

6.2.2. Protección de bosques naturales

Uno de los principios del manejo sostenible es no reemplazar, o solo en casos estrictos, los bosques naturales por plantaciones. En la Sierra ecuatoriana queda tan poco bosque natural, por lo que cada área boscosa es considerada de alto valor natural y fuente valiosa de recursos genéticos que se debe conservar (principios 6.3, 6.4, 6.10, 10.2 y 10.5 de FSC). Por eso es difícil conservar vegetaciones arbóreas naturales mediante plantaciones ya sea con especies nativas o exóticas.

En el caso de plantaciones se aconseja manejar una parte del área de tal forma que se recupere el bosque natural. Para cumplir con estos principios en la zona alto-andina, en las áreas con pendientes fuertes y al lado de las quebradas, se debe dejar vegetación en forma intacta, como bosque natural (manejado).

6.2.3. Protección del suelo y de cuencas hidrográficas

“Deberán prepararse e implementarse guías escritas para el control de la erosión, la disminución de los daños al bosque durante la cosecha, la construcción de caminos y los disturbios mecánicos para la protección de los recursos hídricos” (Principio

10.6 del Reglamento del FSC). Esto implica, entre otros, que al lado de quebradas y en pendientes fuertes no se hace sistemas que incluyan la cosecha de árboles (plantaciones), mientras que en pendientes menos fuertes se aplica sistemas con cosecha parcial siempre dejando una cobertura arbórea o dosel protector.

7. CONDICIONES INICIALES

El uso anterior del suelo es un factor importante a considerar porque la condición del terreno puede ser limitante o favorable para la forestación. Por ejemplo, la presencia o existencia de la regeneración natural ayudará al establecimiento de bosques naturales. Por otro lado, los campos agrícolas abandonados o con pastos no protegen las plántulas contra el viento o el sol y es mejor esperar hasta tener una vegetación alta.

En general mientras más intensivo y más larga la historia del uso del suelo, más modificadas están las condiciones iniciales y, desdichadamente, más degradación se encuentra. Para conocer perfectamente el terreno, al planear la plantación, se debe averiguar bien con el dueño actual, el anterior, la comunidad, los mayores, los antepasados, etc., cuál ha sido el uso anterior.

Un ejemplo de clasificación de las condiciones iniciales según la fisonomía de la vegetación y usos es la siguiente:

Matorral/rastrojo
Pajonal inducido
Pastizal sembrado
Campos agrícolas abandonados
Suelos erosionados
Plantaciones forestales de especies exóticas

7.1. MATORRAL/RASTROJO

Se puede considerar al matorral como la primera etapa boscosa de sucesión. Es una vegetación dominada por árboles y arbustos de tipo pionero hasta intermedio. El dosel es relativamente bajo, hasta máximo 10 metros. La cobertura puede ser medianamente alta, sin embargo siempre entra bastante luz al suelo. Dentro del

matorral pueden establecerse las especies clímax del bosque en forma natural, la presencia dependerá de la cercanía de fuentes semilleras.

El matorral presenta grandes ventajas para la formación de bosques naturales análogos, porque ya se puede contar con las primeras fases de la sucesión; existe una vegetación arbustiva que no requiere ser plantada. Además, en las partes abiertas, se puede disminuir la densidad de la plantación porque las especies de matorral tienen regeneración rápida y abundante, en especial cuando se deja el terreno sin ganadería, quema u otro tipo de intervención.

Para la evaluación de la posible regeneración natural, es importante la proximidad de fuentes semilleras dentro y fuera del terreno, tales como los bosques remanentes.

Un caso especial de matorral es el matorral de suro (*Chusquea scandens*). Este tipo de matorral no presta ventajas pero es un inhibidor de sucesión. Es muy difícil desarrollar un bosque a partir de un suro, porque el suro forma una masa vegetal muy cerrado y alto (hasta más de 10 metros) que no deja pasar luz al piso. Además, el suro crece mucho más rápido que cualquier árbol, y por esto requiere mucho mantenimiento si lo desea enriquecer con especies leñosas..

7.2. PAJONAL INDUCIDO

El pajonal es un tipo de vegetación herbácea perenne en la zona de los páramos. Generalmente es utilizado para la ganadería extensiva y soporta varios tipos de intervención, especialmente quemadas y pastoreo. Se usa el término pajonal inducido para la vegetación de páramo en zonas de páramo bajo, donde originalmente probablemente existía bosque natural (hasta los 3600 m)

El pajonal puede presentar una cobertura de hierbas altas con o sin arbustos, pero sin especies arbóreas. Dependiendo de la intensidad del uso la paja llega hasta alturas de 80 cm o más. Generalmente la abundancia de arbustos y árboles de plantas pioneras como *Baccharis* spp., *Chuquiraga jussieui*, *Hypericum* spp., *Diplostegium* spp., *Gynoxys* spp., *Pentacalia andicola*, *Valeriana* spp. y *Vaccinium floribundum*, es alta (10 000/ha o más), aunque de tamaño pequeño (Heerma van

Voss et al., 2000a). Estas especies constituirán un matorral o páramo arbustivo en pocos años, en caso que no se queme y/o pastoree.

En estos terrenos existe la posibilidad de lograr un buen prendimiento: la paja alta protege las plántulas contra vientos y heladas; las condiciones de suelo y humedad son buenas. Además se puede aprovechar la regeneración de especies arbóreas en caso que se desee un bosque natural análogo, si existe regeneración natural en la proximidad.

Cuando la paja es baja, por pastoreo intensivo o quema, el manejo empieza con la protección contra quemaduras y pastoreo y luego esperar hasta que la vegetación llegue a una altura suficiente para dar protección a las plántulas a introducir.

7.3. PASTIZAL

Si el terreno ha sido utilizado para pastoreo intensivo, la vegetación normalmente ya no existe de paja nativa, sino de pastos introducidos. Estos son más productivos que la paja, pero son pequeños y dan menor protección al suelo o a las plántulas que se quiere establecer. En otros casos el pastizal es mal manejado y con sobrepastoreo, de esta forma desaparece la vegetación nativa o productiva y es remplazada por hierbas introducidas y pastos cortos; incluso no hay suficiente producción para compensar lo que ha consumido el ganado y la capa vegetal desaparece en algunas partes. Allí el suelo se seca y se pierde materia orgánica, agua y fertilidad.

La limitante que más influye para la forestación en estos sitios es la vegetación pequeña, de poca altura, que no da protección a los árboles jóvenes. En el pastizal no hay arbustos o árboles regenerándose. Entonces al empezar con actividades forestales, se debe cuidar muy bien las plántulas, eventualmente fertilizándolas. Mejor aún, pero más demorado, es dejar el terreno sin intervención por algunos años, para que la vegetación se desarrolle más alta y entren en la composición florística arbustos y árboles de regeneración natural.

7.4. CAMPOS AGRÍCOLAS ABANDONADOS

El impacto más fuerte que puede tener un terreno de altura es por la agricultura. Dependiendo de la historia e intensidad de uso, es posible encontrar terrenos todavía productivos, en barbecho, totalmente erosionados por cultivos intensivos, sobre utilizados, mal manejados, abandonados, etc. Por ley, al cultivar un producto la gente ejecuta una labranza; al labrar el suelo se lo expone al aire y se seca, lo que ocasiona la pérdida de nutrientes. También se pierde materia orgánica, estructura y capacidad en la retención de agua. Así, si la práctica es repetitiva, sin un barbecho extenso y sin restituir la materia orgánica con abono orgánico, se seca gravemente el suelo, se pierde toda la estructura y fertilidad y se vuelve muy susceptible a la erosión.

La preparación depende del cuidado del campo agrícola. Si el agricultor durante la producción cuidadosamente abonó el suelo y trabajó para mantener la estructura, se puede establecer una plantación productiva sin mayores problemas (también porque los campos agrícolas normalmente se encuentran en zonas más bajas que las pastizales o pajonales). Sin embargo, campos agrícolas con buen cuidado producen suficiente en cultivos anuales y no se abandonará, así que muy escasamente el forestador encontrará estos terrenos disponibles.

Lo que más se encuentra en campos agrícolas son terrenos abandonados porque son sobre utilizados y ya no producen suficiente; razón para su abandono. El forestador aquí tendrá que dejar el terreno algunos años sin intervención (ganadería, quema) para que crezca la vegetación que ayudará a la protección de las plántulas.

7.5. SUELOS EROSIONADOS

En el caso de sobrepastoreo o de agricultura practicada durante años, el suelo pierde su capa orgánica y se seca, lo que resulta en cambios negativos irreversibles sobre el suelo. Principalmente en los provenientes de cenizas volcánicas posiblemente el suelo se ha erosionado hasta transformarse en cangahua (capa dura de ceniza compacta) y casi no hay vegetación. Aunque por el impacto directo del sobrepastoreo, el suelo se queda sin cobertura en pequeñas superficies, luego por la

influencia de los vientos la zona sin vegetación se puede extender rápidamente hasta llegar a hectáreas enteras totalmente erosionadas. Esto ha ocurrido en los páramos del Antisana y Chimborazo.

En estos terrenos erosionados es muy difícil establecer plantaciones, aunque es lo más recomendable y justificable para la recuperación del suelo. Se debe establecer plantaciones con especies muy robustas y pioneras, que pueden resistir los suelos duros, secos, pobres y sin estructura. Estas especies (normalmente arbustos o hasta hierbas) empiezan a mejorar el suelo y ofrecen protección a los árboles que luego se plantan.

En este caso no es una buena opción dejar el sitio para que se recupere la vegetación, porque esto tomaría muchos años. Justamente la plantación de recuperación busca mejorar estas condiciones dando protección contra viento y sol, y mejorando el suelo con aporte de materia orgánica y penetración de las raíces.

7.6. PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES EXÓTICAS

A pesar de que una plantación de especies exóticas tiene varias características adversas para la formación de sotobosque (poca luz y humedad) también tiene unas ventajas. Dentro de plantaciones forestales los factores ambientales son menos extremos que afuera. Los extremos en los cambios de temperatura y humedad son menores; el viento y los rayos del sol llegan al suelo del bosque en forma escasa o no lo hacen. En comparación con campos abiertos, en las plantaciones se puede esperar un mayor número de especies intermedias y clímax (Heerma van Voss y Aguirre 2000b) aunque siempre en cantidades restringidas hasta 2000 plantas/ha. Las especies pioneras, que generalmente son dispersadas por el viento, se encuentran en cantidades muy bajas -500/ha- en el borde de la plantación, hasta un máximo de 40 metros.

En las plantaciones con algo de regeneración natural, la cosecha final probablemente destruirá, en gran parte, el sotobosque (Kuper, 1998). Si el objetivo es partir de esta regeneración natural para una segunda rotación de bosque, se debe reducir la destrucción del sotobosque aplicando algunas técnicas apropiadas de corta y

extracción. Estos sistemas de cosecha van ser más costosas, pero conllevan la ventaja de una menor influencia sobre el suelo lo que beneficia la segunda rotación.

7.7. CARACTERISTICAS DE LAS CONDICIONES INICIALES Y SU UTILIDAD PARA LA REFORESTACION

Cuadro 4. Condiciones iniciales con sus respectivas ventajas y desventajas

Nº	Condición Inicial	Características de la condición inicial	Observaciones (ventajas y desventajas)
1	Plantación forestal	Copa arbórea	Microclima favorable, sombra, daño por el corte
2	Matorral	Arbustos y árboles	Dosel arbóreo y condiciones favorables para el establecimiento natural de especies clímax (solo si no es sural)
3	Pajonal inducido	Vegetación herbácea alta	Protección para las plántulas
4	Pastizal	Vegetación herbácea baja	Sin protección para las plántulas
5	Campo abandonado	Sin vegetación	Ninguna protección
6	Suelos erosionados	Sin vegetación ni suelo	Ninguna protección

8. OBSERVACIONES DE LAS ACTIVIDADES FORESTALES

Un sistema forestal es un proceso en que se emplea un conjunto de actividades. Antes de tratar los sistemas forestales en sí, presentamos una lista de diferentes fases que generalmente se pasan al realizar una plantación. En cada fase, se necesita ejecutar diferentes actividades. Esta lista es incompleta, porque para la gran cantidad de diferentes objetivos que puede tener un bosque, la gama de actividades forestales puede ser muy amplia.

8.1. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE OBJETIVOS Y DEL SISTEMA FORESTAL

La primera actividad que se debe hacer en cualquier plan de forestación es ponerse de acuerdo con todas las personas involucradas. Así el primer paso en el diseño de un plan de forestación es evaluar los objetivos de la forestación, acordarse entre todos los actores del sistema forestal y el ajuste de expectativas, visión y el manejo del bosque. Esto se haría en reuniones con los dueños del terreno.

8.2. EVALUACIÓN DEL SITIO

Después de definir los objetivos se realiza una evaluación del terreno a forestar. Esto contempla hacer mapas del sitio y tomar datos sobre las condiciones ambientales como la altitud, clima, suelo, topografía, partes rocosas, pantanosas, etc. Conocer la VNP en bosques naturales cercanos o remanentes, evaluar las condiciones actuales (tipo de vegetación, presencia de vegetación natural y de fuentes semilleras). Además se evalúa los caminos, el uso actual del terreno, la presencia y capacidad de viveros, etc. Al finalizar la evaluación se elabora el plan de forestación.

8.3. PREPARACIÓN DEL SITIO

Para cualquier sistema forestal, la preparación del sitio se hace para mejorar las condiciones para el establecimiento de las plántulas y para favorecer la regeneración natural de especies arbóreas

En sitios abiertos, el mejoramiento significa proteger el área y esperar el crecimiento de la vegetación existente, para que la regeneración sea mayor. Dejar la vegetación significa controlar el pastoreo, las quemadas y otras intervenciones que la dañan. El tiempo estimado para la preparación depende de las condiciones iniciales y ambientales. En la región alto-andina una vegetación baja (30 cm) necesitará dos años para llegar a una altura de 60-80 cm. En las regiones más bajas bastará un año.

En otras condiciones, y en otros sistemas forestales, la preparación del sitio puede significar el corte de especies agresivas (suro, por ejemplo), hacer terrazas en terrenos muy pendientes o, en sistemas forestales productivos, labranza y fertilización.

8.4. PLANTACIÓN Y ENRIQUECIMIENTO

La plantación varía en el diseño, densidad y tipo de combinación o mezcla. El enriquecimiento es la plantación adicional en lugares donde ya existe vegetación arbórea, sea como dosel o como regeneración natural.

8.4.1. Diseño

La forma más lógica de plantar es a distancias iguales (1x1, 2x2, 3x3 m, etc.). Así las plantas tendrán el máximo de espacio a todos sus lados.

Por razones económicas se utilizan otros diseños de plantación. Para trabajar con máquinas es más práctico hacer la plantación con menos líneas y más plantas por línea, por ejemplo seis metros entre líneas, con plantas a una distancia de 1,5 m. Al realizar el enriquecimiento sobre vegetación densa, donde se tiene que hacer fajas y

deshierbarlas como mantenimiento, resulta más económico disminuir el número de fajas/ha, y reducir la distancia entre las plantas.

8.4.2. Densidad

El número de plantas por hectárea depende de los objetivos y características de las especies a plantar.

Cuando la forma recta de los fustes de los árboles es importante para producción de madera para aserrar, tanto en plantaciones o bosque natural con manejo, se planta a alta densidad para lograr el crecimiento de los árboles de manera recta sin muchas ramas laterales. Según las características de los árboles se planta a 3x3 m si tienen tendencia a crecer rectos y rápidos; cuando crecen más torcidos y más lentos se planta a densidades más altas: 1x1 m.

Si el objetivo es lograr un bosque natural no importa la forma de los árboles; en estos casos basta plantar menos árboles por hectárea, a 5x5 m. Donde se espera una sobrevivencia baja se puede plantar a 3x3 m y suprimir el replante.

8.4.3. Mezclas

Hay diferentes posibilidades de mezclas, así: uniforme, en grupos y al azar.

En una mezcla uniforme se plantan las especies en un orden rígido como en plantaciones donde se espera un rodal uniforme.

En mezclas en grupos se plantan conjuntos de 20 hasta 50 árboles de una especie. Se aplica en plantaciones con especies que no se comportan bien. En el resto del rodal se planta una especie o una mezcla.

En bosques naturales análogos manejados donde también el objetivo es la producción de madera, se puede plantar grupos de especies valiosas. Esto facilitará la cosecha y así se crea variación espacial (un mosaico) en el bosque.

La mezcla al azar significa que no se aplica ningún sistema para la plantación, así se obtendrán partes constituidas por una o varias especies y partes mezcladas. Con este sistema se imitará un bosque natural.

8.5. REPLANTE

En cada plantación hay plantas que mueren en el primer o segundo año. Si el porcentaje de sobrevivencia es menor al deseado, se replanta. El número de replantes que se haga depende del sistema y de los recursos económicos. Generalmente se hace el replante en el segundo y máximo en el tercer año. En plantaciones en regiones bajas, donde la uniformidad es importante, es aconsejable hacer en el segundo año para evitar una diferencia grande entre las plantas del primer año y las del replante. En regiones más altas con crecimiento más bajo se puede hacer en el tercer año.

También la sobrevivencia mínima que se acepta depende del sistema que se aplica; en las plantaciones se espera lograr hasta 90%; en bosques naturales análogos manejados o no, puede ser baja (60–70%) y depende de la presencia de regeneración natural, altitud, etc. Según la experiencia de PROFAFOR, se debe establecer un bosque natural con especies de tipo clímax y realizar el replante con especies pioneras; así se le da más valor al bosque y, aunque las pioneras sobrepasarán a las clímax, serán muy pocas y no tendrán valor comercial (L. F. Jara com. per.)

Cuando el objetivo es lograr un bosque natural análogo, se puede decidir no replantar en lugares donde la sobrevivencia es muy baja por condiciones ambientales malas como suelos superficiales, pantanos, presencia de vientos, etc.

8.6. MANTENIMIENTO

El mantenimiento es la segunda fase de la forestación y comprende todas las medidas que se aplican después del establecimiento. Este documento trata de la

primera fase de la forestación, el establecimiento, y solo se dan, en forma rápida, algunas ideas del mantenimiento

Aunque las actividades del manejo más importantes son el raleo y la poda, también hay otras que sirven para asegurar el éxito de una plantación, tales como:

Limpiezas periódicas. Estas son necesarias para controlar la competencia de malas hierbas y ayudar al crecimiento en los primeros años.

Protección y vigilancia. La plantación puede ser afectada por el pisoteo del ganado, el vandalismo, animales ramoneadores, etc., que la afectarán si no se detectan y se toman acciones correctivas a tiempo.

Prevención y control de incendios. Las quemaduras que se producen en el período seco, especialmente de agosto a septiembre, pueden terminar rápidamente con una plantación. Se deben tomar medidas preventivas y tener planes de emergencia, especialmente en los meses de mayor riesgo.

Control de enfermedades y plagas. Si la aparición de una enfermedad o plaga se detecta a tiempo es posible controlarla con un bajo costo. Es necesaria la vigilancia, especialmente en plantaciones monoespecíficas.

Prevención de daños abióticos. Los factores abióticos, como heladas, deslizamientos, sequías, inundaciones, pueden causar severos daños a las plantaciones y deben tomarse acciones para reducir su influencia.

El raleo tiene el objetivo de disminuir la competencia entre los árboles. Se puede considerar el raleo desde que se ha formado un dosel cerrado, es decir una cobertura de 100%. Antes que se cierre el dosel los árboles tienen espacio para crecer y no se necesita ralear.

Cuando se desea un crecimiento recto se puede esperar varios años antes de ralear. Cuando lo más importante es el volumen total, se hace el raleo desde el cierre del dosel.

En plantaciones de pino que son muy susceptibles a la humedad e infección por hongos, la poda también tiene la función de abrir la plantación y bajar la humedad. La primera poda tiene más una orientación sanitaria y para prevenir incendios.

La segunda poda se hace para mejorar la calidad del fuste y únicamente tiene sentido en plantaciones cuyo objetivo es la producción de madera para aserrar; se la hace en los árboles que llegarán al turno final.

En bosques o plantaciones con especies nativas no se necesita la poda ya que los árboles están adaptados a las condiciones climáticas de la región.

8.7. COSECHA

La cosecha es la tercera y última fase de la rotación. Puede hacerse de diferentes formas: tala rasa, corta en un espacio de 10 años con preparación, corta parcial, corta dejando un dosel de árboles plus y después la corta del dosel.

Para evitar el daño al sotobosque y al suelo se puede minimizar utilizando métodos de cosecha y extracción apropiados. Preparando los fustes en el lugar mismo, y dejando la copa, las ramas y la corteza, se devuelve una buena parte de los nutrientes al suelo y al sistema.

9. SISTEMAS FORESTALES

El sistema forestal es el proceso que se sigue para la obtención de un bosque meta a partir de un estado inicial.

En seguida recomendamos algunos sistemas forestales que se puede implementar para la Sierra del Ecuador. El número de sistemas que presentamos equivale al número de bosques meta más las diferentes condiciones iniciales tratadas en este informe.

Para ilustrar de mejor forma este aspecto, en el cuadro 5 se presentan las combinaciones de zonas de vegetaciones naturales potenciales y las condiciones iniciales.

Cuadro 5. Sistemas Forestales que pueden aplicarse con diferentes tipo de manejo a partir de las condiciones iniciales en la Sierra del Ecuador

Zona de VNP	Tipo de manejo	Condiciones iniciales				
		Plantación	Chaparro	Pajonal	Pastizal	Campo Agrícola
Alto-Andina	Natural	Transformación alto andina	Regeneración alto andina	Establecimiento	Establecimiento	Establecimiento
	Natural manejado	Transformación alto andina	Regeneración alto andina	Establecimiento bosque natural	Establecimiento bosque natural	Establecimiento Bosque natural
	Plantación especies nativas	Plantación bajo escudo	--	Plantación	Plantación	Plantación
Andina	Natural	Transformación andina	Regeneración andina	Regeneración andina	Establecimiento bosque natural	Establecimiento bosque natural
	Natural manejado	Transformación Andina	Regeneración andina	Regeneración andina	Establecimiento bosque natural	Establecimiento bosque natural
	Plantación especies nativas	Plantación bajo escudo	--	Plantación	Plantación	Plantación
	Plantación especies exóticas	Plantación bajo escudo	--	Plantación	Plantación	Plantación
Andina baja	Natural	Transformación andina baja	Regeneración andina baja	Regeneración andina baja	Establecimiento Bosque natural	Establecimiento bosque natural
	Natural manejado	Transformación Andina baja	Regeneración andina baja	Regeneración andina baja	Establecimiento bosque natural	Establecimiento bosque natural
	Plantación especies nativas	Plantación bajo escudo	--	Plantación	Plantación	Plantación
	Plantación especies exóticas	Plantación bajo escudo	--	Plantación	Plantación	Plantación

9.1. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS FORESTALES

La denominación que se da a los distintos sistemas forestales se fundamenta en el método a utilizarse y la zona de aplicación.

Sistema de regeneración en la zona alto-andina

Este sistema está definido por el objetivo de obtener un bosque natural con o sin manejo en la zona alto-andina con vegetaciones de matorral. Se distingue de los demás por la regeneración natural

Sistema de regeneración en la zona andina

Se parece al anterior pero se aplica en las zonas andina y andina baja. Aquí el ecosistema será más dinámico. Se aplica en forestaciones con condiciones iniciales de matorral y pajonal inducido o antropogénico.

Sistema de establecimiento de bosques naturales

El objetivo es llegar a un bosque natural análogo manejado o no, sin embargo la presencia de regeneración natural es y será menor. Se diferencia de los otros sistemas porque no utiliza la regeneración natural y por la manera de plantar en mezclas y en grupos.

Sistema de transformación de plantaciones en la zona alto-andina

Este es un sistema de conversión de plantaciones comerciales en bosques naturales (manejado) en la zona alto andina (VNP bosque alto-andino mono-específico o heterogéneo). Este sistema se caracteriza por la protección que brinda el rodal, la utilización de regeneración natural y las restricciones en la zona.

Sistema de transformación de plantaciones en la zona andina.

Este sistema equivale a la conversión de plantaciones comerciales en bosques naturales con o sin manejo en regiones más bajas: zona andina y andina baja. Se

diferencia del sistema anterior por sus condiciones ambientales favorables y la presencia mayor de regeneración natural.

Sistema de plantación bajo escudo

Es un sistema que se aplica en el lugar que se va a establecer una plantación primero con especies exóticas y después con especies nativas. Su característica es la protección del rodal, pero sin uso de regeneración natural.

Sistema de plantaciones

Este sistema se refiere al establecimiento de plantaciones comerciales en rodales, realizadas uniformemente o en mezclas de unas pocas especies.

9.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS FORESTALES

A continuación se describen los sistemas forestales, agregando un cuadro de resumen de cada uno. Los datos sobre la presencia y abundancia de las especies leñosas en el páramo y en las plantaciones provienen de dos informes sobre este tema (van Voss y Aguirre 2000a y 2000b).

9.2.1. Sistema de regeneración en la zona alto andina

Este sistema se aplica en la zona alto-andina donde existe vegetación arbórea y arbustiva, matorral o bosque degradado. La idea del sistema de regeneración en la zona alto-andina es aprovechar en forma óptima la vegetación existente, plantando en los sitios abiertos las especies que faltan.

En la zona alto-andina la regeneración de arbustos es abundante y se puede esperar hasta 30 000 plantas/ha en un pajonal que se protege unos años. Al contrario de lo que se cree, la paja no influye negativamente sobre el establecimiento de la regeneración de especies leñosas.

La regeneración natural de árboles pioneros como *Gynoxys buxifolia* y *Hesperomeles obtusifolia* alcanzan densidades de 4000 individuos/ha. También se encuentra *Escallonia myrtilloides* que es una especie intermedia que está en cantidades interesantes hasta 50 metros de las fuentes semilleras (bosques). *Polylepis* spp., *Geissanthus* spp. y *Miconia* spp. son especies clímax y únicamente se regeneran en el bosque.

En conclusión, los arbustos y árboles pioneros se encontrarán en cantidades suficientes en cualquier lugar del pajonal en la zona alto-andina. *Escallonia myrtilloides* se regenerará por si sola, si hay remanentes de bosque cercanos con esta especie. Las especies clímax se tendrán que plantar.

Evaluación del terreno:

Se hace una evaluación del terreno, midiendo la superficie de los diferentes tipos de vegetación y observando las especies arbóreas existentes. Con esto se elabora un plan de acuerdo a la cantidad y calidad de especies a plantar.

Preparación:

Debido a las fuertes condiciones ambientales -temperatura baja, vientos, heladas, insolación- es importante que las plantas, especialmente las de especies clímax, reciban protección de la paja, ya que esto les permitirá establecerse.

Si la vegetación en las partes abiertas es baja, se debe dejar el sitio para que la vegetación (paja) crezca hasta 80 cm y proteja las plantas; para facilitar esta labor se tiene que evitar el pastoreo y la quema.

Enriquecimiento:

La densidad de la plantación puede ser de 1111 plantas/ha o 400 plantas/ha, o sea plantar a 3x3 m y 5x5 m. Plantar a 3x3 m y replantar si hay sobrevivencia menor del 60% es más caro que plantar a 5x5 m y replantar cuando la sobrevivencia es más

baja del 80%, porque se requerirán 666 plantas en el primer caso y solo 320 en el segundo.

Preferiblemente se planta al azar, con una densidad mínima de 3x3 con grupos de especies valiosas cuando el objetivo es producir madera. Se planta únicamente las especies que no estén presentes en la regeneración natural, las clímax y posiblemente *Escallonia*.

Replante:

Plantar a 3x3 m y replantar si hay sobrevivencia menor al 60% es más caro que plantar a 5x5 m y replantar cuando la sobrevivencia sea menor del 80%, porque en el primer caso se requerirán 666 plantas/ha y solo 320 plantas/ha en el segundo. Sin embargo este replante puede hacerse si hay una justificación económica del bosque a obtenerse.

En sitios donde la sobrevivencia es muy baja debido a condiciones locales como suelo pantanoso, muy superficial, vientos fuertes, etc., no se replanta y se considera el sitio no apto para el establecimiento del bosque.

Cuadro 6. Resumen del “Sistema de regeneración en la zona alto-andina”

Sistema:	Regeneración en la zona altoandina	
Tipo-de manejo:	Bosque natural análogo o natural manejado	
Estado inicial:	Matorral y pajonal	
Actividades	Año	Observaciones
Evaluación:	0	Medición del área con los diferentes tipos de vegetación y las especies con regeneración natural
Preparación:	0-2	Evitar la ganadería y los incendios. Cuando la vegetación abierta no alcanza 80 cm, dejar crecer hasta alcanzar esta altura
Enriquecimiento:	2	Plantar a 3x3 o 5x5 m en sitios abiertos; mezclar al azar grupos de especies valiosas
Replante:	3	Un año después de la plantación Con densidad de 1111/ha, solo si la sobrevivencia es menor del 60% Con densidad de 400/ha, si la sobrevivencia es menor del 80% En sitios con alta mortalidad debido a condiciones ambientales no replantar Siempre evitar el pastoreo y los incendios
Especies Recomendadas	<i>Polylepis</i> spp., <i>Esperomeles obtusifolia</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i>	

9.2.2. Sistema de regeneración en la zona andina (general, septentrional y sureño).

Este sistema se aplica en la zona andina con VNP de bosque andino general y bosque andino septentrional o bosque andino-sureño. El tipo de manejo es natural o natural manejado.

El sistema de regeneración se aplica donde hay vegetación arbórea y arbustiva o en lugares próximos a fuentes semilleras.

Las condiciones iniciales son el matorral y el pajonal. Los pastos y campos agrícolas tendrán las mismas condiciones si se dejan sin uso por unos años. En algunos casos la condición inicial es formada por sural.

En la zona andina los procesos naturales son más rápidos y agresivos en comparación con la zona alto-andina. Por eso se presenta regeneración y sucesión más rápidamente, incluso no se necesita plantar ningún árbol.

La regeneración de arbustos llega, en la zona alto-andina, hasta cantidades de 40 000/ha, no necesitando ayuda mediante plantación.

Algunos de los árboles que se regeneran y dispersan en el campo, son los pioneros como: *Columellia oblonga*, *Gynoxys buxifolia*, *Hesperomeles obtusifolia*; los intermedios que se establecen en el pajonal o en matorral pero que se dispersan desde bosques: *Brachyotum ledifolium*, *Escallonia myrtilloides* y *Sessea crassivenosa* o únicamente en matorral *Buddleja incana*, *Myrica pubescens* y *Vallea stipularis*; y las especies clímax que únicamente pueden establecerse en bosques como: *Hesperomeles ferruginea*, *Miconia theaezans*, *Myrsine andina*, *Oreopanax* spp., *Symplocos quitensis* y *Tournefortia* spp.

Cada grupo tiene sus particularidades así: las pioneras en cantidades grandes, los intermedios en cantidades medianas, pero siempre suficiente hasta unos 50 metros de la fuente. Los demás árboles no se encuentran en el campo, y su abundancia en el matorral puede variar mucho.

Por esta razón se concluye que los arbustos y árboles pioneros no se plantan; para las demás especies se realiza una evaluación para ver si la regeneración en el campo -en caso de intermedios- y/o en el matorral es suficiente.

Evaluación del terreno

En los sistemas de regeneración no se plantan las especies que se encuentran en el sitio, por el contrario se usan otras (i.e. las especies clímax) en lugares con

vegetación arbustiva o arbórea. Se puede plantar en zonas cubiertas con vegetación pionera como Suro (*Chusquea scandens*).

Para la selección de especies y cálculo del número de plantas se hace la evaluación del terreno, midiendo la superficie de los diferentes tipos de vegetación y observando las especies arbóreas existentes.

Preparación

La preparación del área para el enriquecimiento consiste en dejar el terreno sin intervención, es decir evitar la quema y el pastoreo. En zonas donde existe un matorral denso, y especialmente en el caso de Suro, se debe mantener líneas abiertas bastante ancho, para permitir la entrada de luz y bajar la competencia para agua.

Enriquecimiento

En los lugares abiertos se planta especies arbóreas que no estén presentes en la vegetación existente.

La densidad de la plantación recomendada es 5x5 m. La plantación se realiza al azar, lo que quiere decir ni mezclado ni en grupos. La mezcla al azar de todas las especies a plantar puede ser aplicado fácilmente por cada trabajador, utilizando especies clímax.

En el caso de sural, se planta en líneas con una distancia de 5-7 metros, y de 2-3 metros entre plantas.

Replante

Se realiza cuando la sobrevivencia es menor del 60%.

Cuadro 7. Resumen del “Sistema de regeneración en la zona andina y andina baja”

Sistema:	Regeneración en la zona andina y andina sureña	
Tipo de manejo:	Bosque natural o natural manejado	
Inicio:	Matorral o pajonal	
Actividades	Año	Observaciones
Evaluación:	0	Medición del área con los diferentes tipos de vegetación y las especies con regeneración natural
Preparación	0-1	Evitar la ganadería y los incendios. Cuando la vegetación abierta no alcanza 80 cm, dejarla crecer
Enriquecimiento:	1	Plantar a 5x5 m en sitios abiertos, mezclar al azar las especies valiosas
Replante:	2	Después de la plantación si la sobrevivencia es menor del 50% No replantar en sitios con alta mortalidad debido a condiciones ambientales Evitar la ganadería y los incendios
Especies	Zona andina general: <i>Alnus acuminata</i> , <i>Buddleja</i> spp., <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Freziera canescens</i> , <i>Myrsine</i> spp., <i>Oreopanax</i> spp., <i>Symplocos</i> spp., <i>Tournefortia</i> spp., <i>Vallea stipularis</i> , <i>Weinmannia</i> spp. Zona andina sureña: <i>Clethra</i> spp., <i>Hedyosmum</i> spp., <i>Nectandra</i> spp., <i>Podocarpus</i> spp., <i>Prumnopitys montana</i> , <i>Ocotea</i> spp., <i>Weinmannia</i> spp.	

9.2.3. Sistema de establecimiento de bosques naturales.

Este sistema se aplica en lugares donde se desea un bosque natural análogo o bosque natural análogo manejado con la existencia o no de especies arbóreas y con poca cantidad de regeneración natural de especies arbóreas.

Se aplica en la zona alto-andina en lugares con pajonal, en pastizales, en campos agrícolas antiguos; en la zona andina y andina baja. Esto significa que se pueden plantar todas las especies que se deseen en el bosque.

Preparación

La preparación depende de las condiciones iniciales. Para asegurar el establecimiento de las plantas la vegetación existente tiene que ser alta y desarrollada (promedio 80 cm). En campos agrícolas y pastizales se deja el sitio por uno o dos años para que la vegetación crezca más alta.

Plantación

Las especies se plantan mezcladas al azar a distancia de 3x3 m en la zona alto-andina y 3x3m. o 5x5 m en la zona andina y andina baja. Las “valiosas” se plantan en grupos, preferiblemente con densidades altas 2x2 o 3x3 m.

Replante

Porque se está imitando a un bosque natural no es necesario que se desarrolle el bosque por todo el terreno. Si hay algunos sitios donde la mortalidad es muy alta, se puede dejar sin replantar; así se obtendrá un bosque con diversidad en estructura espacial y temporal.

Sólo cuando la mortalidad es muy alta (>30%) y la plantación muy débil debido a circunstancias artificiales o excepcionales (quema, ganadería, heladas, etc.), se debe replantar con las mismas especies y mezcladas al azar.

Manejo

En bosque natural, el manejo se puede iniciar con los grupos de especies valiosas; después de 7 años en los bosques andinos y después de 10 años en los bosques alto-andinos.

Cuadro 8. Resumen del “Sistema de establecimiento de bosques naturales”

Sistema:	Establecimiento de bosque natural en las zonas alto-andina, andina y andina sureña	
Tipo de manejo:	Bosque natural análogo o natural análogo manejado	
Estado inicial:	Pajonal, pasto y campo agrícola	
Actividades	Año	Observaciones
Preparación:	0-2	Evitar la ganadería y los incendios. Si la vegetación abierta no alcanza 80 cm dejarla crecer
Plantación:	1	Plantar al 5x5, 3x3 o 2x2 m, mezcla al azar; especies valiosas en grupos
Replante:	2	Un año después de la plantación si la sobrevivencia es menor del 50% No replantar en sitios con alta mortalidad debido a condiciones ambientales Evitar la ganadería y los incendios

Especies	Zona alto-andina:
Apropiadas	<i>Polylepis</i> spp., <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Hesperomeles</i>
Para plantar	<i>obtusifolia</i> .
	Zona andina general:
	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Buddleja</i> spp., <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Freziera canescens</i> , <i>Myrsine</i> spp., <i>Oreopanax</i> spp., <i>Symplocos</i> spp., <i>Tournefortia</i> spp., <i>Vallea stipularis</i> , <i>Weinmannia</i> spp.
	Zona andina baja:
	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Buddleja</i> spp., <i>Freziera canescens</i> , <i>Myrsine</i> spp., <i>Oreopanax</i> spp., <i>Symplocos</i> spp., <i>Tournefortia</i> spp., <i>Clusia</i> spp., <i>Weinmannia</i> spp., <i>Maytenus</i> spp.
	Zona andina sureña:
	<i>Clethra</i> spp., <i>Hedyosmum</i> spp., <i>Nectandra</i> spp., <i>Podocarpus</i> spp., <i>Prumnopitys montana</i> , <i>Ocotea</i> spp., <i>Weinmannia</i> spp.

9.2.4. Sistema de transformación de plantaciones en la zona alto-andina.

Un caso especial son las plantaciones de especies exóticas que se quieren transformar a plantaciones con especies nativas o bosques naturales.

En investigaciones sobre la regeneración de especies nativas bajo plantaciones de *Pinus radiata* de 20 años en las faldas de Cotopaxi, al parecer en el sotobosque aparecen con dificultad las especies pioneras. Únicamente se puede encontrar hasta 50 metros dentro de la plantación y siempre en cantidades bajas (hasta 2000/ha máximo). Esto se debe a la falta de luz y a la forma de dispersión de las pioneras, que es por el viento.

Por la protección o microclima que da la plantación se encuentran especies que son más comunes en zonas más bajas.

En la zona alto-andina las especies clímax tienen dispersión lenta. Por eso el sotobosque de la plantación en altitudes elevadas está conformado por arbustos abundantes como: *Baccharis* spp., *Chuquiragua jussieui*, *Berberis conferta*, *Diplostegium* spp., *Hypericum laricifolium*, *Pernettya prostrata* y *Vaccinium floribundum*. Los árboles son escasos.

Al parecer no se puede contar con la regeneración natural presente en el sotobosque de la plantación. Sin embargo la vegetación arbustiva es un buen inicio para el desarrollo de un bosque natural análogo, si se lo puede cuidar durante la cosecha, aunque se tendrá que plantar los árboles intermedios y clímax.

Si se abre la plantación unos años antes de la cosecha final, con raleos o cosechas parciales, se estimulará el desarrollo del sotobosque y también se reducirán los daños al sotobosque en la cosecha final.

Preparación

La preparación de un rodal consiste en dejar entrar abundante luz dentro del bosque para facilitar la regeneración natural y el crecimiento de una capa herbácea que proteja a las plantas. Por eso se practica un raleo cinco años antes de la corta final dejando un máximo de 400 árboles/ha.

Cosecha

Es importante utilizar métodos de cosecha que minimicen el daño al sotobosque.

Plantación

Luego de la corta final y obtenida la madera se replanta con especies nativas. La distancia de plantación es 3x3 o 2x2 m para especies "valiosas". En el caso de existir regeneración natural de especies arbóreas se puede disminuir el número de plantas.

Replante

Se replanta a los 3 años después de la plantación si la sobrevivencia es menor del 70%.

Cuadro 9. Resumen del Sistema transformación de plantaciones en bosques naturales

Tipo de Manejo:	Bosque natural análogo o natural análogo Manejado en la zona alto-andina	
Estado inicial:	Plantación forestal	
Actividades	Año	Observaciones
Plantación:	0	Plantación del rodal (1100/ha)
Replante:	1	Replante hasta 100%
Raleo y poda:	8	Hasta 700/ha
Raleo:	15	Hasta 300/ha (raleo fuerte para que entre más luz al suelo)
Corte final:	20	Tala controlada para reducir daños al sotobosque
Plantación:	20	Plantación de especies del bosque natural (2x2 o 3x3 m), en mezcla regular o grupos de especies clímax
Replante:	24	Si la sobrevivencia es menor del 70%
Especies para Plantar	<i>Polylepis</i> spp., <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Hesperomeles heterophylla</i> .	

9.2.5. Sistema de transformación de plantaciones en las zonas andina y andina baja.

La transformación de plantaciones forestales en bosques naturales, con o sin manejo, en las zonas andina y andina baja difiere de la zona alto-andina debido a la mayor presencia de regeneración natural.

Como en la zona alto-andina, la abundancia de especies pioneras es mínima por la falta de luz y por el impedimento de dispersión dentro de las plantaciones. Sin embargo se encuentra mayor abundancia de especies intermedias y clímax, así en las plantaciones de Acosa se encuentran: *Brachyotum ledifolium*, *Buddleja incana*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrica pubescens*, *Myrsine andina*, *Sessea crassivenosa* y *Vallea stipularis*. Aunque la regeneración no alcanza cifras elevadas (máximo 2000/ha), pero son cantidades utilizables.

A pesar de la destrucción por la cosecha, el sotobosque o la vegetación natural se recupera en dos años dando buenas cantidades de arbustos (60 000/ha) de *Vallea stipularis*. Parece que las especies clímax necesitan una vegetación de *Baccharis* spp., *Berberis conferta*, *Hypericum laricifolium*, *Lupinus* spp., *Monnina* spp., *Rubus* sp. y *Vaccinium floribundum*; especies arbóreas pioneras y intermedias como *Brachyotum ledifolium*, *Buddleja incana*, *Gynoxys buxifolia*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrica pubescens*, más cubierta o densa para restablecerse.

La apertura de la plantación, sea raleo o poda, favorece el crecimiento de las copas de las plantas del sotobosque y la abundancia de especies pioneras, pero no favorece el establecimiento de especies arbóreas clímax e intermedias. Para asegurar un mayor número de individuos arbóreos se pueden abrir sitios de 0,25 hectáreas, donde se puede establecer un bosque secundario; de esta manera después de la cosecha final de la plantación, se tendrá una fuente de semillas que servirá para el establecimiento del bosque natural.

Otra posibilidad es minimizar el daño durante la cosecha. Una forma es realizar la tala final en dos fases, para lo cual se procede así: después de la primera corta se deja un “escudo” o “dosel protector” de 50 árboles/ha; en lugares con vientos fuertes se debe tener cuidado por el riesgo de caída de los árboles del escudo. Mientras el sotobosque se recupera y debajo del escudo las especies clímax encuentran el microclima necesario para su establecimiento, el escudo crece rápido debido, a la mayor cantidad de luz, espacio y nutrientes, dando árboles de alta calidad.

Para completar la composición florística del bosque natural, debajo del escudo se plantan las especies clímax que no aparezcan en el sotobosque.

Luego de cinco años se cosecha el escudo de una manera precisa para minimizar el daño al sotobosque.

Preparación

La preparación de un rodal consiste en crear sitios abiertos de 0,25 ha (50x50 m) para facilitar el desarrollo de un bosque secundario.

Cosecha

Para optimizar el desarrollo de la regeneración natural se puede dejar, por un período de 5 años, entre 50 a 100 árboles/ha, que funcionan como escudo para las plantas y la regeneración.

Plantación

Después de la corta se plantan las especies nativas que faltan en el sotobosque a una densidad de 5x5 o 3x3 m. Si hay regeneración natural de especies arbóreas se puede disminuir el número de plantas. Mientras tanto los árboles del escudo crecerán considerablemente, produciendo madera de alta calidad.

Cosecha del escudo.

Después de 5 años se aprovecha el escudo, aplicando técnicas de cosecha que minimicen el daño al sotobosque.

Replante

La corta del escudo dañará la vegetación, por eso se planea realizar un replante después de 4 años del establecimiento de la plantación si la sobrevivencia es menor del 70%.

Cuadro 10. Resumen del “Sistema de transformación de plantaciones en la zona andina y andina baja”

Sistema:	Transformación de plantaciones en bosques naturales análogos en la zona andina y andina sureña	
Tipo manejo:	Bosque natural análogo o natural análogo manejado	
Estado inicial:	Plantación forestal	
Actividades	Año	Observaciones
Preparación:	15	Creando espacios abiertos de 0,25 ha
Corte final:	20	250 árboles (opcional: dejando 50/ha como escudo)
Plantación:	20	Plantación de especies del bosque natural (2x2 o 3x3 m)
Corte-del escudo:	24	Después del corte plantar a 5x5 o 3x3 m, dejando partes con abundante regeneración natural, mezcla regular; grupos de especies clímax
Replante:	24	Si la sobrevivencia es menor del 70%
		Nativas:
		<i>Alnus acuminata, Buddleja incana, B. coriacea, Cedrela montana, Escallonia myrtilloides, Myrcianthes rhapaloides, Myrsine andina, M. coriacea, Oreopanax spp., Symplocos quitensis, Tournefortia spp., Vallea stipularis, Weinmannia spp.</i>
Especies para la zona baja-andina:		Nativas
		<i>Alnus acuminata, Aegiphyla ferruginea, Juglans neotropica, Cedrela montana, Frezeria cannescens, Hedyosmum spp., Myrcianthes rhapaloides, Myrsine andina, Oreopanax spp., Miconia theazans, Podocarpus spp., Pouteria lucuma, Symplocos quitensis, Tournefortia spp, Weinmannia spp.</i>
Especies para zona sureña-andina:		Nativas
		<i>Clethra fimbriata, Ocotea sp., Nectandra sp., Clusia alata,, Aegiphyla ferruginea, Juglans neotropica, Cedrela montana, Hedyosmum spp., Myrcianthes rhapaloides, Siparuna gesneriodes, Myrsine andina, Schefflera sp., Oreopanax spp., Miconia theazans, Pouteria lucuma, Weinmannia spp.</i>

9.2.6. Sistema de plantaciones bajo escudo

Si el objetivo es seguir con el tipo de plantación donde ya existe, se puede utilizar el sistema de plantaciones bajo escudo o dosel protector. Se distingue porque se inicia con el establecimiento de la rotación próxima antes de la tala rasa. Tiene como ventajas el cubrimiento permanente del suelo, la protección del escudo y el ahorro en el tiempo.

La desventaja de la cosecha del escudo radica en el posible daño a las plántulas de la siguiente rotación. Se tiene que hacer la cosecha del escudo con mucho cuidado y con personal calificado.

Preparación

La preparación consiste en dejar un escudo de 50 hasta 100 árboles/ha. Con éste se protege las plántulas de la siguiente rotación.

Plantación

Después de la corta final y obtenida la madera se plantan las especies deseadas. La densidad de la plantación aconsejada es 3x3 m para especies valiosas.

Replante

El corte del escudo dañará la vegetación pequeña, por eso se estima replantar después de 2 años del establecimiento de la plantación. Se replanta si la sobrevivencia es menor del 70%.

Cuadro 11. Resumen del “Sistema de plantación bajo escudo”

Sistema:	Plantación bajo escudo en las zonas andina y andina sureña	
Tipo manejo:	Plantación con especies nativas o exóticas	
Estado inicial:	Plantación forestal	
Actividades	Año	Observaciones
Plantación:	0	Plantación de rodal :1 100 plantas/ha
Replante:	1	Replante hasta 100%
Raleo:	8	Hasta 700/ha
Raleo:	15	Hasta 500/ha
Corte final:	20	Dejando 50-100 árboles/ha
Plantación:	20	Plantación de especies deseadas (2x2 o 3x3 m)
Corte dell escudo:	23	Precauciones para reducir daño a la plantación
Replante:	23	Si la sobrevivencia es menor al 70%
Especies apropiadas para plantar	Nativas: <i>Alnus acuminata, Polylepis incana, P. lanugilosa, P. racemosa*, Oreopanax spp., Buddleja incana, B. coriacea, Myrcianthes rhapaloides, Vallea stipularis, Aegiphyla ferruginea, Myrsine andina, M. coriacea, Juglans neotropica, Cedrela montana.</i> Exóticas: <i>Pinus patula, P. radiata.</i>	

* *P. racemosa* es tratada como especie nativa.

9.2.7. Sistema de plantaciones

El objetivo del sistema de plantación es obtener un rodal uniforme en donde los árboles crezcan en forma recta. En plantaciones con mezclas de especies se planta en líneas o en mezcla uniforme. Hay mezclas de especies con características comunes (pioneras o clímax) o con diferentes características (una pionera que crece

rápido y da protección a las especies clímax). La ventaja del último tipo es que se aprovecha a corto y largo plazo y la desventaja es que el manejo se hace más complicado, con posibilidades mayores de daño

En el caso que se desee una plantación con especies que no se comportan adecuadamente, se puede plantar especies en grupos. Por ejemplo, un grupo con especies pioneras en donde se planta una especie clímax que no soporta mucha sombra. La clímax se planta en grupos. Después de la cosecha de las pioneras se puede transformar el sitio en un bosque mixto utilizando la regeneración natural de ambas especies.

Existe suficiente literatura sobre plantaciones, especies y manejo, sobre todo de especies exóticas, tales como: INEFAN-Swedforest (1995a, b), Condoy e Imaycela (1996), CONIF (1995). En especies nativas el trabajo de Añazco (1996) sobre el aliso, o la tesis de Winkel (1995) sobre las posibilidades de diferentes especies.

El Proyecto Ecopar ha empezado, en 1998, ensayos con 15 especies nativas en cinco diferentes sitios en la Sierra (Heredia et al 1999).

Preparación

En la zona alto-andina la protección es importante para el establecimiento de las plantas. Se deja el sitio hasta que la vegetación natural alcance 80 cm de altura antes de plantar.

Plantación

Se planta a 3x3 o 2x2 m. A 3x3 m para especies que crecen en forma recta y a 2x2 m para especies que crecen torcidas (alto-andinas).

Replante

En las plantaciones se hace un replante, después de un año, para obtener el 100%.

Cuadro 12. Resumen del “Sistema de plantaciones”.

Sistema:	Plantaciones en las zonas andina y sureña andina	
Tipo	Plantación de	
manejo:	especies nativas o exóticas	
Estado	y campo agrícola.	
inicial:	Pajonal, pastizal	
Actividad	Año	Observaciones
s		
Preparación:	0-2	Evitar el pastoreo y los incendios. Si la vegetación abierta no alcanza 80 cm, dejar crecer hasta esa altura
Plantación:	1	Plantar a 3x3, 2x2 o 1x1 m, mezcla regular; grupos de especies clímax
Replante:	2	Hasta obtener el 100% después un año
Manejo:	7-15	Según las especies plantadas se puede iniciar con el manejo después de unos años (i.e. Aliso plantado a densidades altas). De muchas especies todavía no hay experiencia para decidir el manejo apto.
Especies para plantar, zona-alto-andina:	Nativas: <i>Buddleja incana</i> , <i>B. Coriacea</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Polylepis incana</i> , <i>P. lanugilosa</i> , <i>P. racemosa</i> ¹	
Especies para plantar en zona andina:	Nativas: <i>Alnus acuminata</i> , <i>Cedrela montana</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Myrcianthes rhapaloides</i> , <i>Myrsine andina</i> , <i>M. coriacea</i> , <i>Oreopanax</i> spp., <i>Pouteria lucuma</i> , <i>Symplocos quitensis</i> , <i>Tournefortia</i> spp., <i>Vallea stipularis</i> , <i>Weinmannia</i> spp.	
	Exóticas: <i>Pinus patula</i> , <i>P. radiata</i>	

¹ El *Polylepis racemosa* es tratada como especie nativa

Especies	Nativas:
zona	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Aegiphyla ferruginea</i> , <i>Juglans neotropica</i> ,
andina	<i>Cedrela montana</i> , <i>Freziera canescens</i> , <i>Hedyosmum</i> spp.,
baja	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> , <i>Myrsine andina</i> , <i>M. coriacea</i> ,
	<i>Oreopanax</i> spp., <i>Podocarpus</i> spp., <i>Symplocos quitensis</i> ,
	<i>Tournefortia</i> spp, <i>Weinmannia</i> spp.
	Exóticas: <i>Pinus patula</i> , <i>Eucalyptus</i> spp.
Especies	Nativas:
zona	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Aegiphyla ferruginea</i> , <i>Juglans neotropica</i> ,
andina	<i>Myrsine andina</i> , <i>Cedrela montana</i> , <i>Hedyosmum</i> spp.,
sureña	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> , <i>Myrsine andina</i> , <i>M. coriacea</i> ,
	<i>Oreopanax</i> spp., <i>Miconia theazans</i> , <i>Podocarpus</i> spp.,
	<i>Pouteria lucuma</i> , <i>Weinmannia</i> spp.
	Exóticas: <i>Pinus patula</i> , <i>Eucalyptus</i> spp.

10. EJEMPLO: EL CASO YANABAMBA

Con el objeto de visualizar el diseño de un sistema forestal, se presenta un ejemplo hipotético: el caso Yanabamba.

Suponga que usted es consultor forestal y que un día le llega una oferta para hacer un plan de forestación para un lugar que se llama “Yanabamba”. (en este ejemplo tratamos de un terreno de una comunidad campesina, pero en otros ejemplos pudiese ser un particular o una empresa que quiere reforestar). La propuesta le parece interesante y usted decide visitar la comunidad. Habla con la gente de la comunidad y propone visitar el terreno para la forestación. Al llegar al sitio, observa y se hace la primera pregunta: ¿Dónde estamos?

10.1. EL TERRENO Y LA VEGETACION NATURAL POTENCIAL

El terreno donde la comunidad piensa hacer la forestación, está en la parte más alta. Es una área extensa de 300 hectáreas, cuya parte más baja está a 3200 msnm y la parte más alta a 4000 msnm. Tiene lugares planos y algunas quebradas con pendientes muy fuertes. Según los datos climáticos y observaciones de la vegetación, usted estima que el clima sigue la tendencia general en la Sierra, en cuanto a la temperatura (media anual de 10°C en la parte más alta, y 15°C en la parte más baja); y la precipitación (alrededor de 1500 mm/año). Los suelos provienen de cenizas volcánicas, de profundidad mediana (hasta 1 metro) con un alto porcentaje de materia orgánica.

En las partes más altas, arriba de 4000 metros hay una vegetación de paja baja con otras plantas típicas de páramo (*Plantago rigida*, *Werneria humilis*, etc.) que dominan en forma de cojines en las partes expuestas al viento. Abajo de 4000 msnm, la paja es más alta y la presencia de plantas de páramo alto va disminuyendo; solo en sitios muy expuestos al viento y/o muy húmedos hay una cobertura considerable de éstos.

Los arbustos y árboles pequeños están ausentes o muy escasos dentro del pajonal. Los arbustos presentes son: piquil *Gynoxys* spp., valeriana *Valeriana* spp, romerillo *Hypericum laricifolium* y mortiño *Vaccinium floribundum*.

En las quebradas pronunciadas se encuentra vegetación arbórea. Para la determinación de la vegetación potencial natural y para la lista de especies a utilizar usted investiga estos remanentes.

En la parte alta los bosques son muy densos y bajos con una altura de dosel de 8-10 metros; tienen una dominancia de piquil *Gynoxys* sp., yagual *Polylepis* spp. y chachacomo *Escallonia myrtilloides*. Dentro del bosque la humedad atmosférica es alta y se observa que la superficie del suelo, los fustes y ramas están cubiertos por una capa gruesa de musgos. A los 3500 msnm, la vegetación es más degradada por el uso agrícola intensivo (ganadería y cultivos); en las partes protegidas, especialmente las quebradas, se observa regeneración natural vigorosa y abundante de arbustos y árboles. Conforme baja se observa que algunas especies van desapareciendo: primeramente el yagual, luego el piquil.

A los 3500 msnm, especies como *Hesperomeles obtusifolia*, pumamaqui *Oreopanax* spp. y chacacomo *Escallonia myrtilloides* presentan dominancia. Los árboles son más frondosos y altos con menos individuos por hectárea, el dosel alcanza hasta 15-20 metros. Bajo el dosel hay un sotobosque con arbustos de *Baccharis obtusifolia*, *Brachyotum*, *Satureja*. En la parte más baja, al pie de una loma, hay unas cuatro hectáreas con suelo muy húmedo de apariencia pantanosa.

Otras observaciones que usted hizo, son: las quebradas que se extienden desde los 4000 msnm hasta la parte baja con pendientes fuertes y medianas (25-50% o más). Los remanentes de bosque en las quebradas se considera como vegetación con alto valor natural, a pesar de la intervención. Referente a la accesibilidad, se llega en carro hasta la parte más baja del sitio a reforestar.

Con base en estas observaciones se hace un mapa con las Vegetaciones Naturales Potenciales (VNP's) que son: páramo alto. La parte más alta (> 4000 msnm) con

paja corta, alta presencia de plantas típicas de páramo alto, tiene la VNP de páramo alto o superpáramo².

En la zona abajo de los 4000 hasta 3600 msnm, la VNP es bosque alto andino con dominancia de *Polylepis* spp., *Escallonia myrtilloides* y *Gynoxys buxifolia*.

La zona de 3600 hasta el límite inferior 3200 msnm tiene como VNP un tipo de bosque andino general con dominancia de *Escallonia myrtilloides*, *Sessea crassivenosa*, *Myrica pubescens*, *Myrsine andina*, *Oreopanax* spp.

La parte pantanosa tiene como VNP el páramo azonal.

10.2. LOS INTERESES DE LA COMUNIDAD Y EL BOSQUE META

Conociendo las posibilidades del terreno, las VNP's y las demás restricciones, se necesita conocer los deseos de los dueños, es decir, ¿Adónde queremos ir?

En reuniones con la comunidad se hace un listado de los objetivos de la forestación. La gente quiere primeramente proteger sus fuentes de agua, aprovechar la producción de madera para aserrío, leña y madera para postes; además desean continuar beneficiándose de otros productos del bosque (ej.: frutos del mortiño) y continuar con la ganadería. Analizando las condiciones ambientales y los deseos de la gente, usted hace un plan sobre un mapa, lo presenta y discute con la comunidad. El mapa final de bosque meta es así:

La parte superior arriba de 4000 msnm no es apta para forestación, por esta razón no se interviene, dando así protección al agua. Entre los 3600-4000 msnm la tierra es apta para la forestación. La primera función de este bosque será la protección de suelo y del agua, además para extracción de postes y leña. Por la altitud la

² Existe confusión en el uso de términos sobre el páramo. Dentro de este documento se distingue entre el páramo natural y el páramo inducido. El primero ocurre donde la VNP es páramo y se diferencia por su cobertura baja, ausencia de paja y la presencia de plantas típicas como las rosetas y almohadillas, líquenes, etc. El páramo inducido o antropogénico es una vegetación degradada o subclímax y tiene como VNP una vegetación arbórea; se caracteriza por la presencia de paja alta.

producción de madera no es aconsejable. Por esta razón se planifica un bosque natural con especies nativas del lugar como: *Polylepis* sp., *Escallonia myrtilloides* y *Gynoxys* spp.

En la parte más baja (3200-3600 msnm se planifica plantaciones para producción de madera en combinación con pastoreo: una plantación mezclada de especies pioneras y especies clímax en líneas. Así se obtendrá dentro de 25 años madera para aserrar, mientras que las especies clímax crecerán para producir madera de alta calidad después de 50 años. El aliso *Alnus acuminata* y el sachá capulí *Vallea stipularis* se utilizarán como pioneras: la primera en las partes más húmedas y la segunda en el resto del área. Las especies clímax a utilizar son: *Hesperomeles obtusifolia*, *Myrsine andina*, *Escallonia myrtilloides*. Naturalmente, también se puede utilizar especies exóticas para esta parte de plantación productiva.

En las quebradas se propone un bosque protector a los dos lados del dren, de al menos 20 metros, y en las pendientes fuertes (>50%): bosque natural andino general.

En terrenos con pendientes medianas (25-50%) se propone una forestación con una mezcla de especies nativas de madera dura y crecimiento lento como *Hesperomeles*, *Myrsine andina*, *Oreopanax* spp., con objetivos de protección y de producción: extracción parcial para que siempre exista una cobertura arbórea; esto es el bosque natural andino general manejado.

Para obtener un aprovechamiento rápido y por el deseo de la comunidad se propone una plantación de pino en la parte baja y plana. Además se planea plantar líneas rompevientos de *Alnus acuminata* y *Buddleja incana* alrededor de los campos agrícolas y pastos de la comunidad.

La zona muy húmeda-pantanososa no se forestará, al igual que las partes altas que poseen vegetación de cojines o almohadillas

10.3. LAS CONDICIONES INICIALES, POSIBILIDADES Y RESTRICCIONES PRÁCTICAS Y EL SISTEMA FORESTAL

Definido el bosque meta, se continúa con la pregunta final: ¿Cómo podemos llegar?. Las condiciones iniciales, las posibilidades y restricciones prácticas, en el caso de Yanabamba son sencillas. En general la vegetación está constituida por paja. En la parte más alta del terreno a forestar (3800 hasta 4000 msnm) hay sitios donde la paja es baja debido al viento. Esta zona ya fue excluida de la forestación, por sus condiciones extremas.

Más abajo hay presencia de vegetación muy baja debido al uso: quema, pastoreo intensivo y degradación por la agricultura. Estos lugares han sido incluidos en la forestación, aunque requerirán una preparación especial.

En áreas donde la vegetación es baja debido a la quema o al pastoreo, se propone dejar el sitio por uno o dos años para que se recupere naturalmente y alcance alturas de al menos 50 cm.

En las quebradas con pendientes fuertes y con vegetación arbustiva, se puede utilizar la regeneración natural.

Los recursos que tiene la comunidad para la forestación son muy restringidos, por lo tanto para cada actividad se busca la opción más económica. Luego se define los sistemas forestales:

10.3.1. Bosque natural alto andino

En la parte más alta (4000 hasta 3600 msnm) donde el bosque meta es un bosque natural alto andino, el sistema forestal se dirigirá a iniciar el proceso de regeneración del bosque natural análogo, no al establecimiento instantáneo de este bosque natural. Para esto, el potencial de propagación de las especies nativas será muy importante: el piquil *Gynoxys* sp. tiene una regeneración natural abundante; el chachacomo *Escallonia myrtilloides* no se regenera con facilidad, sobre todo en las partes más lejanas de los remanentes, sin embargo se espera que sea en cantidades suficientes. El yagual no tiene potencial de regeneración por lo que será necesario

plantarlo. Primeramente se tratará de producir la especie local de *Polylepis* spp. y, en caso que esto no resultara, se plantará *Polylepis incana* que es la más utilizada.

La plantación de *Polylepis* será a una densidad de 3x3 m. En el bosque natural tiene una densidad más alta, pero se espera regeneración de chachacomo y piquil. El yagual, aunque en densidades menores, llegará a cubrir el área porque crece más rápido y de manera frondosa .

En las zonas con paja de tamaños menores de 50 cm, se esperará hasta que crezca para realizar la plantación. Entonces se incluye en la propuesta plantar en el primer año en los lugares con paja alta, dejando las partes con paja baja hasta el segundo año. De esta manera el objetivo es aprovechar la protección que brinda la paja para las plántulas contra heladas y vientos.

10.3.2. Bosque natural andino

En las quebradas con pendientes fuertes, donde se propone un bosque natural análogo, se encuentra vegetación arbustiva con especies arbóreas. Aquí no se necesita plantar y se propone una sucesión natural de la vegetación. Así no habrá ningún costo y se obtendrá un bosque natural y robusto.

Por la altitud y las condiciones protegidas se prevé un desarrollo rápido y en 20 años se dispondrá de una vegetación arbórea.

10.3.3. Plantación mezclada de especies nativas

La parte baja que está compuesta de pajonal degradado, la cobertura de la vegetación es del 70%, debido a incendios y sobrepastoreo. Por la dinámica del sistema, a esta altitud la vegetación se recuperará en uno o dos años, con hierbas altas (1 metro) y suro *Chusquea scandens*. Se propone dejar esta área por un año y después se plantará, a 3x2 m, una mezcla de especies tanto pioneras *Alnus acuminata*, *Myrica pubescens*; intermedias *Vallea stipularis*, *Gynoxys*, y clímax *Hesperomeles*, *Myrsine andina* y *Sessea crassivenosa*.

10.3.4. En pendientes medianas

En terrenos con pendientes medianas de las partes más bajas, se espera una regeneración natural abundante. Sin embargo estarán ausentes las especies clímax. Por esta razón se plantará de manera extensiva (5x5 m) especies clímax del bosque natural: *Hesperomeles* sp., *Escallonia myrtilloides*, *Myrsine andina*, *Sessea crassivenosa*.

10.3.5. Actividades generales

Los riesgos más grandes para cualquier forestación son los incendios y el pastoreo, por este motivo es importante empezar con campañas para capacitar y concientizar a los integrantes de la comunidad sobre los efectos de la quema y el pastoreo. Se instalará cortinas rompevientos en los límites de cada zona.

10.4. PLAN FORESTAL

Con base en los sistemas forestales se elabora el plan de forestación y el plan de manejo.

El plan de forestación contempla todas las actividades a realizarse para el establecimiento de la plantación con las fechas de ejecución, es decir la preparación del campo, el hoyado, la producción de plantas en viveros, fechas de producción, fechas de salida o entrega de las plantas, fecha de plantación, el mantenimiento hasta el replante. Además consigna donde hacer las cortinas rompevientos, los caminos, etc.

El plan de manejo describe las actividades después del establecimiento e incluye: el mantenimiento de los rompevientos, de la plantación, el replante, las podas (en caso necesario), los raleos y la cosecha final.

LITERATURA CITADA

ACOSTA SOLÍS, M. 1968. Divisiones fitogeográficas y formaciones geobotánicas del Ecuador. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito, Ecuador.

AGUIRRE, Z., ARBAIZA, Ch., GIL, E., MANSSUR, E., MEZA, J., PADILLA, S. y PEREIRA, C. 1995. Manual del extensionista forestal andino. Tomo II. Proyecto Regional FAO-Holanda DFPA. Quito, Ecuador.

AÑAZCO, M. 1996. El Aliso *Alnus acuminata*. DFC. Quito, Ecuador.

CONDOY, F. e IMAICELA, V. 1997. Análisis del estado de las plantaciones forestales de *Pinus patula* y *P. radiata* sobre los 3000 msnm en la Sierra Ecuatoriana. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja, Ecuador.

CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL. CONIF. 1995. Coníferas. CONIF. Bogotá, Colombia.

FEHSE, J., AGUIRE, N., PALADINES, CH., DE-NIE, D., HOPSTED, R. y SEVIANK, J. 1999. Caracterización de los bosques naturales de la Sierra del Ecuador. Proyecto Ecopar. Quito, Ecuador.

FLORES, G., PADILLA, S., STEGEMAN, G., ARIAS, E. Y PELTONEN, J. 1994. Manual del extensionista forestal andino. Proyecto Regional FAO-Holanda DFPA. Quito, Ecuador.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. FSC. 1999. Principios y criterios para el manejo forestal. Documento N° 1.2. Revisado: Enero 1999. <http://www.fscoax.org/index.html>

GALLOWAY, G. 1986. Guía para la repoblación forestal en la sierra ecuatoriana. Proyecto DINA/AID. Quito, Ecuador

GONDARD, P. 1984. Inventario y cartografía del uso actual del suelo en los andes ecuatorianos. PRONAREG-ORSTOM, CEPEIGE. Quito, Ecuador.

HEREDIA, R., FEHSE, J., De NIE, O., TONNEIJCK, S., HOFSTEDE, R. y SEVINK, J. 1999. Monitoreo del comportamiento de plantaciones con especies nativas y una exótica en la Sierra alta del Ecuador. Proyecto Ecopar. Quito, Ecuador.

HEERMA VAN VOSS, O., AGUIRRE, N. y HOFSTEDE, R. 2000a. Regeneración natural de especies nativas. Proyecto ECOPAR. Quito, Ecuador.

HEERMA VAN VOSS, O., AGUIRRE, N. y HOFSTEDE, R. 2000b. Regeneración natural bajo plantaciones de pino. Proyecto ECOPAR. Quito, Ecuador. .

HEREDIA, R., AGUIRRE, N., HOFSTEDE, R. Y SEVINK, J. 2000. Monitoreo del Comportamiento de plantaciones con especies nativas y una exótica en la Sierra alta del Ecuador. Proyecto Ecopar. Quito, Ecuador.

INEFAN/SWEDFOREST. 1955 a. Productividad de *Pinus radiata* y modelos para su manejo. INEFAN. Quito, Ecuador.

INEFAN/SWEDFOREST. 1955b. Guía para el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones de *Pinus radiata* en la zona interandina de Ecuador. INEFAN. Quito, Ecuador.

INEFAN/SWEDFOREST. 1955c. Manual de manejo de Pino. INEFAN. Quito, Ecuador.

MADSEN, J. y OLLGAARD, B. 1994. Floristic composition, structure, and dynamics of an upper montane rain forest in southern Ecuador. Nord. J. Bot.14:403-423. Copenhagen, Dinamarca.

SIERRA, R. Ed. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de la vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF. Ecociencia. Quito, Ecuador.

ULLOA , C. y JØRGENSEN, P. 1995. Árboles y arbustos de los andes del Ecuador. Department of Systematic Botany, University of Aarhus, Dinamarca

VALENCIA, R. 1995. Composition and structure of an andean forest fragment in eastern Ecuador. Biodiversity and conservation of neotropical montane forest. The New York Botanical Garden. 239-249.

WINKEL, I. Van. 1995. El desafío de especies nativas: las posibilidades de algunas especies nativas para plantaciones forestales en la Sierra del Ecuador. Tesis de grado. IAHC. Velp, Holanda.