

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

SANGOLQUÍ

ESTUDIO DE LAS ÁREAS POTENCIALES PARA LA
REFORESTACIÓN EN LA HACIENDA EL PRADO IASA I

SANGOLQUÍ

Previa a la obtención de Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

ELABORADO POR:

DIANA ALEJANDRA POZO CUEVA

SANGOLQUÍ, 29 DE OCTUBRE DEL 2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANGOLQUÍ

ESTUDIO DE LAS ÁREAS POTENCIALES PARA LA REFORESTACIÓN EN LA
HACIENDA EL PRADO IASA I – SANGOLQUÍ

DIANA ALEJANDRA POZO CUEVA

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANGOLQUÍ- ECUADOR

2010

ESTUDIO DE LAS ÁREAS POTENCIALES PARA LA REFORESTACIÓN EN LA
HACIENDA EL PRADO IASA I – SANGOLQUÍ

DIANA ALEJANDRA POZO CUEVA

REVISADO Y APROBADO

.....

ING. JUAN TIGRERO

DIRECTOR DE LA CARRERA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Ing. Jaime Villacís

DIRECTOR

Ing. Soledad Aguirre

CODIRECTOR

Ing. Gabriel Suarez

BIOMETRISTA

.....

SECRETARIA ACADÉMICA

ESTUDIO DE LAS ÁREAS POTENCIALES PARA LA REFORESTACIÓN EN LA
HACIENDA EL PRADO IASA I – SANGOLQUÍ

DIANA ALEJANDRA POZO CUEVA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Jaime Villacís	_____	_____
DIRECTOR		
Ing. Soledad Aguirre	_____	_____
CODIRECTOR		

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA

SECRETARIA

SECRETARIA ACADÉMICA

Doy las gracias a Dios por darme la oportunidad cada día de lograr y hacer las cosas que me gustan, de cometer errores y aprender de ellos, de avanzar y alcanzar cada día lo que me propongo y de ver, lo logrado; agradezco a las personas que han formado y compartido parte de mi vida, mi familia, maestros, amigos y compañeros, cada uno con su papel de apoyo, consejero, motivador, en fin un sin número de vivencias malas y buenas que como todos en la vida, nunca olvidaremos los años compartidos en la universidad, por todo esto, Gracias a la vida por haberme permitido vivirlos y por todo lo que tengo aun por vivir, gracias....

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. GENERAL	3
2.2. ESPECÍFICOS	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. USO DEL SUELO.	4
4.2. ÁREAS PARA PLANTACIÓN FORESTALES.....	5
4.3. LA FORESTACIÓN.	6
4.3.1. REFORESTACIÓN	8
4.3.2. SISTEMAS FORESTALES ANDINOS.	8
4.3.3. SELECCIÓN DE LAS ESPECIES A UTILIZAR.....	16
4.3.4. BENEFICIOS DE LAS PLANTACIONES AGROFORESTALES EN LA SIERRA	27
4.3.5. MAPAS TOPOGRÁFICOS.....	36
4.4. PLAN DE MANEJO	38
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
5.1. MATERIALES.....	40
5.2. METODOLOGÍA.	41
5.2.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	41

5.2.2. MÉTODOS	42
VI. RESULTADOS	49
6.1. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	49
6.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA PLANTACIONES	49
6.3. REFORESTACIÓN	50
6.4. PLAN DE MANEJO	51
6.4.1. FERTILIZACIÓN.....	51
6.4.2. CONTROL DE MALEZAS.....	53
6.4.3. RIEGO.	53
6.4.4. PODA.....	54
6.4.5. RALEO	54
VII. DISCUSIÓN	55
7.1. CARACTERIZACIÓN DE USO DE SUELOS.	55
7.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA PLANTACIONES	56
7.3. REFORESTACIÓN	57
7.4. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO.....	57
VIII.CONCLUSIONES.....	57
IX. RECOMENDACIONES	58
X. RESUMEN.....	60
XI. ABSTRACT.....	61
XII. BIBLIOGRAFIA.....	62
XIII.ANEXOS	68

LISTADO DE CUADROS

CUADRO N°	Pág.
Cuadro 4.2.1. Aptitud de los suelos del Ecuador.	6
Cuadro 4.3.1. Prácticas viables de agroforestería en la región andina. Portal Agrario, 2005.	18
Cuadro 6.3.1. Especies utilizadas en el proyecto.....	50

LISTADO DE GRÁFICOS

Figura: 5.2.1. Esquema de la ubicación geográfica.....	42
Figura 5.2.2 Mapa de uso actual de suelos de la Hda. El Prado-IASA I. (Luna M, 2008)	43
Figura 5.2.2. Línea norte-sur sobre los terrenos.....	46
Figura 5.2.3. Estaqueado en tres-bolillo	47
Figura 5.2.4. Hoyo para la planta.....	48
Figura 6.4.1. Aplicación del fertilizante en una planta ya limpia de maleza.....	52

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país con una superficie de 27 684 000 ha de las cuales 10 557 000 ha. corresponden a cubierta forestal (FAO, 2000). En la sierra existen 4 386 823 ha de suelo con aptitud forestal, en la costa 2 198 173 ha, en la amazonía 5 508 315 ha y en la región insular 2 521 ha (PRONAREG, citado por del Posso, 2000) con estos datos, se demuestra la importancia de la reforestación en el país, y lo mismo sucede en la Hda. El Prado, la cual tiene hectáreas aptas para la reforestación.

Muchas instituciones del Estado han promovido planes masivos de reforestación a nivel nacional, sin embargo ninguno de ellos se ha hecho en base a estudios técnicos que indiquen que tipo de especies son idóneas para cada sitio. Actualmente PROFORESTAL, está desarrollando un programa de reforestación a nivel nacional, cubriendo los costos de establecimiento de la plantación y manejo en cualquier zona con aptitud forestal. Para poder acceder a este programa los propietarios de tierras deben poseer el título de propiedad y firmar un convenio con la institución, en donde se indique los acuerdos del programa. Por tal motivo para poder acceder al programa de reforestación se requiere realizar estudios que permitan determinar el uso de los suelos con potencial forestal, su área y las especies forestales que pueden ser plantadas.

Mediante convenio se llega a reforestar la Hda. El Prado la cual posee 554,66 ha. De las cuales 172,03 ha. corresponden a plantaciones forestales de eucalipto (Luna, 2008). Además posee áreas con actitud forestal y otras con especies arbóreas, algunas de las cuales requieren ser replantadas debido a problemas de manejo, incendios y tala no autorizada. Sin embargo no se conoce el tipo de especies forestales adecuadas para

realizar las plantaciones de una manera técnica; por lo tanto, es necesario que se realicen estudios que permitan resolver estas incógnitas para que se pueda acceder al programa de reforestación. En base a las características agronómicas (pendiente, profundidad, grado de erosión y textura) analizadas en el estudio.

La reforestación de la Hda. El Prado es viable debido a que se encontró zonas aptas para esta labor lo que se confirmó con este estudio para la reforestación técnica. Se contó con el personal apto para realizar esta investigación y el apoyo de la empresa PROFORESTAL la cual ayudó y ayudará a futuro con el material vegetativo para las plantaciones establecidas y las que se deja señalando en la investigación para ser realizadas, y la mano de obra que permitirá realizar las plantaciones de los árboles seleccionados, destinándose el 75% de las áreas encontradas a un sistema con un fin productivo, 15% para conservación, y un 10% para uso agroforestal. Es evidente el beneficio del estudio de tierras para la reforestación sobre el ambiente, y en el aspecto económico a futuro. Con lo que respecta a plantaciones forestales, se debe cumplir con ciertas características para poder realizar el establecimiento de especies comerciales o exóticas, siempre que se escoja bien el tipo de árboles para cada zona o región; por ello se debe realizar una caracterización para determinar las zonas aptas para estas plantaciones, con lo que se pretende cubrir la Hda. El Prado en su totalidad en las áreas aptas para la reforestación, evitando tener zonas forestales desocupadas.

El compromiso de la empresa PROFORESTAL es proporcionar la mano de obra para la plantación arbórea, la Hda. El Prado, da la tierra apta para la plantación, con el compromiso de que en la cosecha de los árboles comerciales estos se distribuirán, un 50

% a PROFORESTAL (ya recuperada la inversión inicial), y el 50 % para la Hda. El Prado, de acuerdo al convenio ya tratado.

II. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Determinar las áreas potenciales para reforestación en la Hda. El Prado con la finalidad de establecer plantaciones con fines de conservación, producción y sistemas agroforestales.

2.2. ESPECÍFICOS

- Caracterizar el uso del suelo de la Hda. El Prado con potencial para la reforestación de acuerdo a su clasificación agrologica.

- Identificar áreas para plantaciones con fines de producción, conservación, protección y sistemas agroforestales.

- Forestar las áreas disponibles en la Hda. El Prado con especies nativas y exóticas.
- Diseñar un plan de manejo forestal para la Hda. El Prado que permita asegurar la presencia de las especies arbóreas a largo plazo.

III. HIPÓTESIS.

La Hda. El Prado presenta áreas con aptitud forestal para el establecimiento de plantaciones con fines de producción y conservación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. USO DEL SUELO.

El Ecuador es un país que tiene una superficie de 27 684 000 ha donde 10 557 000 ha corresponden a cubierta forestal (FAO, 2000). En la sierra existen 4 386 823 ha de suelo con aptitud forestal, en la costa 2 198 173 ha, en la amazonia 5 508 315 ha y en la región insular 2 521 ha (PRONAREG, citado por del Posso, 2000).

El país se puede dividir esencialmente en tres regiones ecológicas: una llanura fértil costera, apta para la agricultura, en el occidente de los Andes; los

valles altos que se extienden a través del centro montañoso del país; y las llanuras forestales en el este.

La mayor parte de los bosques se hallan en la región oriental y amazónica y comprenden principalmente pluviselva tropicales húmedas de la tierra bajas donde habitan millares de especies. Entre las especies arbóreas con valor comercial se cuenta la balsa (*Ochroma lagopus*), la *Cedrela fissilis* y la *Virola spp.*, mientras que las llanuras aluviales albergan una gran concentración de especies de palmas (Biblioteca, 2000).

Los bosques montanos se hallan en ambos lados de los Andes, y en la llanura costera se encuentran áreas de pluviselva tropical (especialmente de *Protium spp.* Y *Dacryodes spp.*) en la provincia de Esmeraldas, y bosques xerofíticos en el sur. Cerca del 17 % del territorio del Ecuador está protegido y conforma una red de más de 20 parques y reservas nacionales, siendo uno de los más importantes de las islas Galápagos. El Ecuador posee plantaciones forestales, principalmente de eucaliptos.

4.2. ÁREAS PARA PLANTACIÓN FORESTALES.

La mayor parte del suelo del país es apto para el uso forestal, que corresponde aproximadamente 12 millones de hectáreas que significa el 44,7% del área total del país (Cuadro 4.2.1). Además, se debe de considerar que con

técnicas adecuadas de agroforestería, el área potencial para uso forestal puede aumentar.

En la Amazonía, por diversos motivos, la colonización originó una agricultura itinerante, que amenaza con una depredación gradual del recurso forestal. En la Costa, donde la colonización se intensificó a partir de 1964 por la expansión de la frontera agrícola, las áreas cubiertas con pastizales ocupan aproximadamente cinco millones de hectáreas. En la Sierra se conocen los efectos originados por la intensa colonización, que redujo la cobertura boscosa a menos del 7% del área original.

Cuadro 4.2.1. Aptitud de los suelos del Ecuador.

CATEGORÍA DE USO	ÁREA (ha)	%
Agrícola	6 951 200	25.68
Pecuaria	5 495 600	20.31
Forestal	12 093 300	44.68
Improductiva	1 725 600	6.38
Galápagos	801 000	2.95
TOTAL	27 066 700	100

Fuente: PRONAREG

4.3. LA FORESTACIÓN.

La forestación consiste en el estudio de una zona y la práctica de la plantación de especies arbóreas para formar bosques como recursos naturales renovables, y siendo la silvicultura la responsable de la conservación, crecimiento y salud de los árboles y bosques. La forestación se encarga de la producción de materiales para su explotación

comercial e industrial, así como la conservación de la calidad ecológica del ambiente, su valor ambiental, estético y recreativo.

En la forestación se puede decir que la actividad más común es la plantación, renovación y aprovechamiento de árboles maderables, por extensión. Otra parte de la forestación es genética forestal, la investigación de especies ya existentes, la investigación sanitaria y ecológica del ambiente en el que se desarrollan, y otros aspectos relacionados (Wikipedia, 2009).

Con lo que respecta a plantaciones de bosques, un papel muy importante es el que juega la repoblación forestal de laderas, debido a la producción que se puede tener de madera y leña. En las áreas degradadas, las plantaciones de bosques mejoran paulatinamente muchos aspectos como la recuperación del suelo por la acción que tienen las raíces de los árboles al mejorar la estructura, la capacidad de filtración, y contribuir con materia orgánica a través de la muerte de raíces y caída de hojas, entre otros. Los bosques también pueden reducir el efecto de las heladas en los cultivos aledaños. (Carlson, 1990).

Las especies más usadas para reforestación son el eucalipto y el pino, ya que son muy fáciles de conseguir, conocidas, de rápido crecimiento y de aceptación en el mercado. En lo que respecta al Austro se ocupa bastante las acacias, el aliso, el nogal, cedro y romerillo en menor escala (Carlson, 1990).

4.3.1. REFORESTACIÓN

Es la actividad de repoblar zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques y que han sido eliminados (Wikipedia, 2009), o reforzar la densidad de la cobertura vegetal ya existente, esto se presenta por diversos motivos como pueden ser:

La explotación de la madera para fines industriales y/o para consumo como plantas; la ampliación de la frontera agrícola o ganadera y la ampliación de áreas rurales (Wikipedia, 2009).

4.3.2. SISTEMAS FORESTALES ANDINOS.

4.3.2.1. Los bosques a nivel nacional.

Hace 3 000 años en la Sierra Ecuatoriana se practica agricultura y ganadería a gran escala, actividades que modificaron el paisaje andino. Indígenas precolombinos como Incas, quemaron y cortaron mucha superficie de bosque, sin embargo se previno fenómenos como la erosión y la destrucción de la naturaleza, mediante la construcción de terrazas y formas sustentables de vida. A la llegada de los españoles, la naturaleza fue destruida sin contemplación, sea para obtener madera, como para adaptar sus nuevos cultivos y animales, lo que dio como resultado la erosión y pérdida de suelo.

En los 70 las comunidades indígenas fueron dotadas de terrenos de baja aptitud agropecuaria, que junto a una densidad demográfica alta, provocaron un sobre uso de gran parte del área andina (Hofstede *et al.*, 1998).

Ecuador es un país forestal, se calcula un 6% de plantaciones forestales (163 000 ha), cifras que sumadas y comparadas con el uso potencial llevan a concluir que en el país existe un déficit de cobertura forestal de 2.5 millones de ha. De ahí que el país posee una potencialidad productiva forestal, que no está siendo utilizada (FAO, 2000).

Los principales tipos de sistemas agroforestales utilizadas en la sierra con el fin de preservar los recursos naturales son las fajas o barreras vivas de árboles y arbustos en contorno, cortinas rompe vientos, árboles en linderos o cercas vivas, plantaciones silvopastoriles y pequeños bosquetes. En la sierra aproximadamente 1 459 056 ha poseen cercas vivas y cortinas rompe vientos, 623 165 ha son áreas donde se practica la actividad agroforestal y, 408 254 ha se manejan alternando las actividades agropecuarias y forestales de manera secuencial. Todos estos sistemas coadyuvan a mejorar el ecosistema, protegen el terreno de la erosión eólica y pluvial; preservan las cuencas hidrográficas de la zona mediante la retención del agua lluvia, optimizan el recurso hídrico y contrarrestan la escasez de productos forestales (Carlson, 1990).

Los abundantes recursos naturales son subvalorizados y poseen una mala apreciación de su uso sustentable, reflejo de un sistema incapaz de cambiar y de los problemas clásicos del uso de recursos en los países en vías de desarrollo, que no cuentan con la infraestructura y experiencia necesarias en el área legal, fiscal

institucional-organizacional, capacitacional, como para poder salir ellos mismos de ese círculo vicioso (ARP, 2004).

Iniciando el proceso de recuperación de tierras marginales y abandonadas, y deteniendo el rápido y continuo proceso erosivo. Además, la creciente necesidad de protección de las partes más altas de áreas de captación de agua, demanda planes extensos de restablecimiento en todas las partes de la meseta andina. Especies nativas adaptadas a las condiciones locales de clima y terreno tienen ventajas sobre especies introducidas y en muchos casos son la única alternativa. Así se les debe dar una alta prioridad en los proyectos ambientales (Brandbyge y Nielsen. citado por Hofstede *et al.*, 1998).

El Ecuador es uno de los países empeñado en la reducción de la contaminación ambiental y de los efectos del calentamiento global. Después de la reunión de Río de Janeiro en 1992 y siguiendo los lineamientos que permiten reducir los gases invernaderos de la atmósfera, el país ha enfocado una de sus acciones hacia la plantación forestal masiva como medio para absorber y fijar del aire un buen porcentaje de CO₂ (PROFAFOR, 2005).

En la actualidad es de suma importancia los planes de manejo sustentable, ya que de ellos depende el futuro de los bosques ecuatorianos. Estos planes requieren un conocimiento detallado de las características espaciales y temporales de los bosques. Además, son necesarios más estudios técnicos sobre la capacidad de los suelos, sus usos y la determinación del estado de deforestación en áreas específicas de Ecuador. Los

análisis fotográficos satelitales de los cambios geográficos y ecológicos del terreno no siempre se basan en la suficiente información y/o tecnologías actuales (RAFA, 1999)

4.3.2.2. Causas y actores principales de la deforestación.

Un modelo clásico de desarrollo no sostenible lo constituye la deforestación, que no ha mejorado la calidad vida de la presente generación, sino que en muchos casos la ha empeorado y ha hipotecado las posibilidades de las futuras generaciones de ecuatorianos (Carrere, 1997).

Barrantes *et al.*, (2001) exponen como los principales factores de la deforestación la falta de una política forestal de Estado, expansión de la frontera agrícola, escasa investigación forestal, ausencia de concienciación y capacitación en manejo de recursos naturales y la falta de seguridad en las inversiones.

La FAO, (2000) en forma similar identifica los siguientes factores: colonización y expansión agrícola, malas políticas gubernamentales y no gubernamentales, legislación incoherente, falta de información e investigación, ausencia de incentivos económicos para el manejo forestal sustentable y reforestación, irrespeto al indígena y su forma de manejar los recursos naturales, inadecuada acción de asistencia, control y seguimiento diluida en demasiadas instituciones e instancias que culminan en la inacción y conflictos burocráticos.

Actualmente, el ritmo al que desaparecen los bosques es de 140 000 a 200 000 ha año⁻¹, lo que sitúa al país en una de las tasas más altas de deforestación en América

Latina: entre 1.2 y 1.7 anual. Si esta situación se mantiene, de acuerdo a los cálculos el Ecuador quedaría totalmente deforestado en el año 2050 (Machado, 1999).

Para tener una idea más clara de la situación actual de los recursos forestales en el Ecuador, en 1990 existían 12 082 000 ha de bosques; en 1995, 11 137 000; en 2000, 10 557 000; es decir, entre 1990 y 1995 la variación de la cubierta forestal fue de 945 000 ha, y en el periodo 1995 -2000, se redujo en 580 000 ha los bosques ecuatorianos (Datos de 1990 y 1995 World resources 2000 -2001; y datos del 2000 de FAO – Global Forest Resources Assessment 2000 – Main Report. citados por ASOCAM, 2004).

Barrantes *et al.* (2001) a falta de un procedimiento para estimar la deforestación en el país, consideran apropiada la utilización de un método indirecto que relacione el volumen de madera extraída del bosque natural y la tasa de productividad de madera ha^{-1} . El problema con este método radica en la falta de información sobre la distribución de la deforestación y sobre las tasas de productividad maderable de los bosques. Inventarios forestales realizados en el país permiten adoptar una cifra de productividad de 120 m^3 de volumen en pie promedio ha^{-1} . En 1992, el volumen de madera extraído del bosque natural fue estimado en 8.5 millones de m^3 , de los cuales 2.8 millones fueron usados en la industria, y 5.7 millones como leña, lo que equivale a un volumen en pie de 4.67 (2.8/0.6) millones de m^3 . Por lo tanto, en este año el volumen total necesario correspondió a aproximadamente 10.37 (4.67+5.7) millones de m^3 . Si se utiliza la cifra base de productividad de $120 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, se puede inferir que la superficie intervenida fue de 86 417 ha. Esta cifra anual de deforestación se puede considerar una sub-valoración, ya

que no incorpora la remoción de la cobertura forestal provocada por la apertura de caminos y obra civil en general.

La deforestación ha causado en la zona andina la disminución del bosque natural en 90-95%. Sin embargo, la deforestación sigue con 2% año⁻¹, y los bosques existentes están amenazados desde todos lados por la necesidad de la madera para construcciones y combustible pero principalmente para abrir el terreno para la agricultura. En un ecosistema tan complejo y frágil como el bosque andino, cualquier intervención causa inestabilidad ecológica y requiere años para regenerarse. Se pueden distinguir distintas formas de deforestación, cada una con sus consecuencias características para los ecosistemas andinos (Hofstede *et al.*, 1998).

Lastimosamente la reforestación corresponde tan solo al 1,5% de lo que se deforesta, es decir 3 933 hectáreas (Torres, 1999), y se da con la siembra de especies como el eucalipto y el pino que acidifican el suelo dificultando el crecimiento de otras especies y son sembradas en forma de monocultivo. El suelo no forestal que se utiliza en cultivos y pastos no es eficiente y es por eso que se opta por utilizar suelos de aptitud forestal en estas actividades. A su vez los suelos aptos para el cultivo son utilizados para pastoreo de ganado. Esta desorientada distribución, ocasiona que un 48% de los suelos del Ecuador continental tenga problemas de erosión. Estas tierras ya no son aptas para ninguna práctica agrícola o ganadera.

El mayor impacto de la deforestación se manifiesta en la pérdida de recursos hídricos, debido a que una de las principales funciones de los bosques es la de producir agua, tanto a través de la regulación hídrica como de la producción de precipitaciones

por evapotranspiración. La pérdida de biodiversidad es también notoria en todas las regiones del país, existe actualmente un decremento de la cantidad de mariposas y aves, pues han perdido sus hogares y su fuente de alimento. Dada la cantidad de especies endémicas en todas las regiones, esto puede ocasionar la extinción de numerosas especies, y como consecuencia puede dar lugar a enormes desequilibrios biológicos capaces de afectar la salud de los ecosistemas naturales y productivos, así como la salud humana. A esto se suma la pérdida de posibilidades de futuro, dado que muchas especies pueden tener un valor de uso presente y futuro. En los suelos se presenta una paulatina desaparición de la cubierta forestal, lo que favorece la erosión, que a su vez contamina y degrada los cursos de agua, y afecta a su vez a la flora y fauna que allí habita. La erosión, sumada a la pérdida de recursos hídricos, deriva en procesos de desertificación (Carrere, 1997).

Todas estas pérdidas de suelos, agua, flora y fauna empeoran la calidad de vida de la mayoría de la gente, sin que ni siquiera obtengan los beneficios derivados de esta destrucción, que quedan en las manos de unos pocos. Esto sucede cuando la comunidad pierde su bosque protector por intentar ganar un sustento para su familia al venderlo o permitir que se lo tale, como resultado de esto, la comunidad pierde su patrimonio y recibe una ínfima ganancia a comparación de lo que obtienen los grandes negociantes de madera (Carrere, 1997).

4.3.2.3. Ecología y vegetación de los bosques andinos.

Hofstede *et al.* (1998) indica que los bosques andinos que se encuentran entre los 2 400 y los 4 200 m.s.n.m. están determinados por un clima templado y con alta incidencia de niebla. Debido a que el bosque andino hasta los 3 500 m se encuentra en pura zona de condensación, la niebla es más frecuente y la irradiación es menor en el páramo. Esto hace que los bosques se mantengan con alta humedad durante casi todo el año, aunque no necesariamente haya precipitación. Lastimosamente esta característica se está perdiendo por los cambios climáticos, el mal uso del suelo y malas prácticas agrícolas.

Existe una diferencia entre los bosques andinos relativamente bajos (2 400 – 3 000) y los bosques andinos altos (> 3 000 m.s.n.m.) determinada por las temperaturas más altas en la zona baja. Arriba de los 3 000 m, el metabolismo de los árboles está limitado por las temperaturas bajas y los suelos más infértiles (por la lenta descomposición) y por esto son más pequeñas (hasta 15 m) y torcidos con hojas micrófilas hasta mesófilas. Bajo los 3 000 m los árboles son más grandes (hasta 25 m), rectos y con hojas mesófilas o megáfilas. (Hofstede *et al.*, 1998).

A pesar de esto, el bosque andino es uno de los ecosistemas más diversos en plantas vasculares del planeta, sólo superados por el bosque húmedo tropical. Jorgesen y Ulloa Ulloa. Citados por Hofstede *et al.*(1998) contaron 2 189 especies en los bosques entre 3 000 y 3 400 m en el Ecuador. Generalmente en el bosque andino no existe el estrato arbóreo emergente y la diferencia entre los estratos arbóreos superior e inferior también es menos clara. En cambio, el estrato herbáceo y el terrestre están bien

desarrollados, Cleef. Citado por Hofstede *et al.* (1998), las especies que forman los estratos arbóreos pertenecen en gran parte a las familias Solanaceae, Melastomataceae, Rosaceae, Ericaceae, Chlorantaceae, Myrtaceae, Lauraceae y Podocarpaceae. En el estrato arbustivo se hallan Asteraceae, Rubiaceae, Ericaceae, Valerianaceae, Melastomataceae, Scrophulariaceae y Polygalaceae, mientras en el estrato herbáceo predominan Poaceae, Cyperaceae y Pteridofitas, Ulloa Ulloa. Citado por Hofstede *et al.* (1998).

Siendo más específicos tenemos una contribución muy grande de *Weinmannia* (Cunoniaceae) entremezclados con *Miconia* (Melastomataceae) y (a alturas bajas) *Tournefortia* (Boraginaceae). Otros bosques característicos de esta altura son los dominados por *Alnus acuminata* (Betulaceae), estos crecen en sitios más húmedos en que el *Alnus* puede alcanzar coberturas relativamente altas. Los bosques masivos de Podocarpaceae (*Podocarpus* y *Prumnopitys*) no existen, pero por su alto perfil para madera, son las únicas coníferas nativas de América Tropical, estudiadas por su alto potencial para reforestación. (Hofstede *et al.*, 1998).

4.3.3. SELECCIÓN DE LAS ESPECIES A UTILIZAR

Al iniciar la reforestación de una zona se debe tomar la decisión de qué especie se va a utilizar. La especie elegida determinará las prácticas silvoculturales adecuadas, el manejo y la utilización posterior de la plantación. Una vez analizada la decisión se debe tomar en cuenta que no va a cambiar por ello no se debe hacer de forma empírica o precipitada.

Para la elección se debe de considerar de manera básica los siguientes aspectos: los objetivos de la plantación, las especies disponibles, las características del lugar y del mercado (Galloway, 1986).

4.3.3.1. Objetivo de la Plantación.

La selección de la especie se hará en base a las necesidades (Cuadro 4.3.1). Donde son factibles, las plantaciones comerciales pueden ayudar a suplir la necesidad de mayores ingresos. Tener diferentes especies representa obtener distintos beneficios y productos, por esto se debe elegir la especie o especies apropiadas para el objetivo de la plantación.

Se debe clasificar el propósito final de los árboles en cuatro categorías: Usos industriales (pulpa, madera para aserrío, etc.), Usos domésticos (leña, madera para construcciones locales, postes, etc.), protección (contra erosión, cortinas rompe vientos, recuperación de suelos, etc.), parte integral de otros usos de la tierra (sistemas agroforestales, árboles de usos múltiples, sombra, ornamentales, etc.) (Galloway, 1986).

**Cuadro 4.3.1. Prácticas viables de agroforestería en la región andina.
Portal Agrario, 2005.**

OBJETIVOS	PRÁCTICAS
Producción de madera	Cultivo mixto de especies arbóreas y agrícolas. Manejo de rebrotes.
Protección de los cultivos y la propiedad (Cercos vivos y sus variantes)	Cercos vivos para cobijo de cultivos. Cortinas rompe vientos. Cortinas de vegetación contra heladas. Cercos de espinos.
Protección y conservación del agua y el suelo / resguardo del área agrícola contra la erosión por medio de Agroforestería	Barreras vivas con formación lenta de terrazas para uso agrícola. Estabilización de cárcavas para la protección de áreas agrícolas. Estabilización de taludes para la protección de áreas agrícolas. Estabilización de riberas para la protección de áreas agrícolas. Establecimiento de bosquetes en la cabecera de cuencas para la protección y optimización de áreas agrícolas.
Mejoramiento de la fertilidad del suelo	Cultivos o pastos asociados con especies leñosas nitrificantes. Follaje de especies forestales como fuente de abono natural.
Estabilización de estructuras de interés agrícola	Canales y acequias estabilizados con vegetación. Muros y andenes estabilizados con vegetación.
Prácticas Silvopecuarias	Follaje de especies forestales como fuente de forraje permanente o estacional. Silvopasturas. Árboles para protección y cobijo del ganado.

Fuente: Galloway, 1986

4.3.3.2. Especies Disponibles.

Ya visto el propósito de la plantación se reduce el número de especies a plantar. No se considera, por ejemplo, el nogal o el pino para leña, o el eucalipto para la recuperación del suelo.

Se debe determinar de qué especies se dispone en los viveros a los que se tiene acceso.

Las especies nativas son muy aconsejables ya que se adaptan bien al medio por tener cierta resistencia a plagas y enfermedades; también, en monocultivo se considera útiles en la conservación de la flora y fauna, son ideales para sistemas silvopastoriles y protección de cuencas hidrográficas. No obstante las especies exóticas bien elegidas casi siempre se comportan mejor en plantaciones masivas comerciales en la Sierra.

En sistemas agroforestales es crítica la elección de las especies idóneas, en cultivos alimenticios por ejemplo, no se pueden sembrar árboles de eucalipto, ya que son muy agresivos o pueden provocar mucha sombra. Especies como el aliso y *Erythrina* spp son ideales por su capacidad de fijar nitrógeno y por su sombra poco densa.

4.3.3.3. Características del Sitio a Plantar.

Con lo que respecta a la Sierra ecuatoriana las condiciones ecológicas son muy diversas. Al tener elegidas las zonas a reforestar, hay que buscar las especies idóneas para las condiciones propias del sector.

4.3.3.4. Características de las Especies a Usar.

4.3.3.4.1. Aliso

El aliso tiene como nombre científico *Alnus cordata* (Loisel.) Dub., su nombre común Aliso, Aliso napolitano, Aliso italiano, pertenece a la familia Betulaceae, su orígenes Córcega, sur de Italia.

El aliso sirve para fijar CO₂, porque produce madera durable con una calidad razonable o buena. El aliso se reconoce como “blanco” o “rojo”, la diferencia radica en la coloración de la madera, además tiene diferencias en las características del ritmo de crecimiento, color de madera, color de las hojas, vellosidades en el ápice, forma de copa, altura, presencia o no de raíces preformadas y capacidad o no de rebrotar. En Ecuador crece desde 1 200 hasta 3 450 m.s.n.m. Se ha observado la especie en zonas con una temperatura promedio anual de 7-20°C. Crece con facilidad y modo espontáneo en suelos de textura arenosa, a veces pedregosos y a menudo en las cercanías de las fuentes de agua; sin embargo es sumamente plástica y se adapta a diversos tipos de suelos y condiciones de humedad (Hofstede *et al.*, 1998).

Se multiplica el aliso por semillas, que deben estratificarse, siendo posible también por esquejes bajo niebla (Infojardin, 2009).

La fijación de nitrógeno, la protección de cuencas hidrográficas y su utilización en sistemas silvopastoriles son los principales usos ecológicos y que benefician al ambiente (Prado y Valdebenito, 2000).

4.3.3.4.2 Cedro

Pertenece al reino plantae, subreino tracheobionta, división pinophyta, orden pinales, familia pinaceae, genero *cedrus*.

El cedro, estrictamente, es un género de las coníferas (Pináceas), originario del Medio Oriente y del Himalaya, del que forman parte varias especies de árboles de gran tamaño, de madera olorosa, copa cónica o vertical, muy utilizados para la ornamentación de parques.

Los cedros son grandes árboles, de 25 a 50 metros de altura, en los que las hojas - agujas perennes y cortas (de 2 a 4 cm), un poco puntiagudas, pero más largas (de 3 a 6 cm) y más flexibles en el caso del cedro del Himalaya- se reúnen en ramilletes sobre ramitas cortas. Su copa, afilada durante su juventud, toma una forma tabular característica a partir de los 30 años. Sus ramas son muy horizontales. La piña hembra es ovoide oblonga, de 6 a 11 cm de largo y 4 a 6 cm de diámetro, de la que surgen piñones delgados, separándose antes de su caída del árbol. Las semillas triangulares tienen alas.

Los cedros pueden vivir más de 2000 años.

El aceite natural aromático del cedro del Atlas tiene propiedades antisépticas. No se debe de confundir este aceite con el aceite de cedro utilizado para la observación microscópica, extraído del enebro de Virginia, por eso es llamado cedro de Virginia.

Los egipcios antiguos, utilizaban la esencia del cedro en el proceso de embalsamamiento de momias (Wikipedia, 2009).

4.3.3.4.3. Casuarina

Pertenece al reino plantae, de la división magnoliopsida, orden fagales, familia casuarinaceae, género *casuarina*.

Casuarina equisetifolia (nombre común: casuarina, pino australiano, pino de París, árbol de la tristeza, casuarina cola de caballo) es una especie de árboles semiperennes, de costas tropicales, muy útil como cortina forestal rompe viento. Es endémico de Australia, Malasia, Polinesia.

En las islas hawaianas donde la especie fue introducida, crece tanto en costas arenosas xéricas, salitrosas, calcáreas, como en las montañas sobre áreas de pesada pluviosidad de suelos volcánicos. Las plantas se fijan muy bien al suelo, y tienen propiedades alelopáticas, evidenciada por la ausencia cercana a la copa de vegetales, y una cubierta de sus detritus.

Muy útil para reforestación rural y urbana en trópicos, subtrópicos y regiones templadas; fija nitrógeno atmosférico en simbiosis con la bacteria *Frankia*, y porque es un árbol de crecimiento rápido. Además, las micorrizas (en coinoculación con el hongo micorrízico arbuscular *Glomus intraradices* y con el hongo ectomicorrízico *Pisolithus tinctorius*) en sus raíces se incrementa el crecimiento de esta planta, así como su capacidad de fijación de nitrógeno, contribuyendo a su supervivencia en el trasplante en suelos marginales.

El fuste alcanza 25-30 m, tiene una corteza que se divide en bandas longitudinales; la corteza tiene mucho tanino, de ahí la utilidad para diarreas.

Parece una conífera por el follaje, pero no lo es. Las hojas son finas, similares a las acículas de los pinos pero se diferencian de éstos al estar tabicadas en septos. De madera muy dura. Los tallos adaptados de color verde, son equisetiformes, ya que anatómicamente son iguales al equisetum, y miden entre 10 a 20 cm de longitud y 1 mm de diámetro. Las flores son unisexuales, poco vistosas y de reducido tamaño. La especie es diclono monoica (llevan flores masculinas y femeninas). Tiene frutos en los ejes y las escamas de las inflorescencias femeninas se lignifican y forman unas falsas piñas globosas que contienen los frutos, pequeñas sámaras de 5-8 mm de diámetro.

Se multiplica por semilla muy bien. Se secan los diminutos frutos a secar, pronto se separan las semillas, y bien almacenadas son viables por 1-2 años. La germinación, sin tratamientos previos, suele ser alta.

Su madera es usada para placas, vallas, y es una excelente leña. Carbón leña; en sus principios activos contiene tanino; es astringente. Las raíces se han usado para tratar granos en la cara (Valdés, 2005)

4.3.3.4.3. Ciprés

Pertenece al reino plantae, división Pinophyta, clase Pinopsida, orden pinales, familia cupressaceae, género cupressus L. 1753.

El ciprés, nombre común del género *Cupressus*, es un árbol de zonas cálidas o templadas, de crecimiento rápido, que puede alcanzar los 20 m de altura con un diámetro aproximado de unos 60 cm. Es una conífera de hojas perennes, de la familia de las cupresáceas y pertenece al grupo de las gimnospermas.

Crece naturalmente en cualquier parte del mundo, con las temperaturas y suelos adecuados, pero es cultivado comercialmente en África oriental, Sudáfrica y Nueva Zelanda. Muchas de las especies se cultivan como árbol ornamental en parques y jardines de Europa y en Asia se sitúan junto a los templos. En Argentina el ciprés de la cordillera es la conífera de mayor extensión geográfica.

El ciprés de forma piramidal, tiene un crecimiento rápido en los primeros años de vida, ralentizándose después y pudiendo alcanzar los 300 años de vida. Posee un tronco recto y de corteza delgada en la que se forman fisuras longitudinales. Las hojas son muy pequeñas (2-6 mm de longitud) con forma de escama, alineadas en parejas opuestas y decusadas. Florece a finales del invierno y en un mismo ejemplar se producen flores masculinas y femeninas; las masculinas forman conos ovals de color verdoso que cuelgan de las puntas de las ramas. Los femeninos son ligeramente esféricos, se componen de alrededor de 12 escamas y al desarrollarse se convierten en una gábulos globular de 3x4 cm, de color verde al principio tornándose a rojizo y marrón al alcanzar la madurez.

Su uso en madera es común, es de color pardo amarillento claro, de textura fina y, generalmente, de grano recto; no es resinosa y suele desprenderse de ella un aroma similar al del cedro. Se la utilizó para la construcción de cajas, y las mejores selecciones de ella pueden ser utilizadas también en tablas decorativas, pilotes, tornería, chapas de guitarras.

Tiene un gran número de especies reconocidas de cipreses en todo el mundo, varía bastante entre 16 y 25 o quizá más. Esto es debido a que la mayor parte de las

poblaciones son pequeñas y se encuentran aisladas, por lo que es difícil clasificarlas según el rango de especie, subespecie o variedad.

4.3.3.4.4. *Eugenia halli* (Arrayán).

Esta especie pertenece a la familia Myrtaceae, son árboles relativamente pequeños, de 6 a 15 m de altura y diámetros de hasta 25 cm. El fruto de algunas especies es comestible para el hombre y para las aves, tiene un sabor dulce agradable. Se lo utiliza principalmente en linderos, leña, carbón; su madera se utiliza para muebles de calidad, en construcciones para tablas, vigas y pilares. Las hojas sirven para tomar infusiones, se las mastica para mantener la dentadura sana y sirven también para darle un mejor aroma y sabor a la comida (Loján, 1992).

4.3.3.4.5 *Juglans neotropica*. (Nogal).

Pertenece al reino plantae, división magnoliophyta, clase magnolipsida, orden fagales, familia jugñandaceae, género juglans.

Árbol de 10 a 25 m de altura, tronco recto cilíndrico de hasta 1.2 m de diámetro. Presenta un rápido crecimiento en suelos fértiles y húmedos. Su corteza es extremadamente rugosa de color café oscuro, tiene abundantes ramas gruesas para leña. En septiembre empieza la fructificación con el apareamiento de las drupas hasta enero, los frutos (tocte) maduran en febrero y marzo. La madera es muy valiosa y apreciada en mueblería fina, se usa en la construcción y elaboración de puertas y ventanas, vigas y listones. La corteza es utilizada para teñir de color avellano los hilados. Las semillas o

nueces (tocte) son comestibles y se puede extraer de ellas aceite para elaborar pan (Prado y Valdebenito 2000, Spier y Biederbick 1980).

4.3.3.4.6. *Sambucus spp.* (Tilo).

Pertenece al reino plantae, división magnoliophyta, clase magnoliopsida, orden dipsacales, familia adoxaceae, género sambucus.

Árbol mediano de 4 a 8 m de altura. La floración se presenta todo el año y la fructificación en los meses de marzo a mayo, los frutos son bayas pequeñas de color negro cuando están maduras. Se propaga utilizando los retoños tiernos con corteza de color gris y que tengan unos 2 cm de diámetro. Rebrotan fácilmente en tocones de 30 cm o del tamaño de un poste de cerca. En el Ecuador el uso es ornamental y medicinal. Los frutos no tienen buen sabor y sirven como alimento de aves silvestres. Las flores en infusión sirven para curar la gripe, tos y dolor de estómago; junto con el toronjil ayuda a curar el estado nervioso de las personas. La madera se utiliza como combustible pero debe estar bien seca (Loján, 1992).

4.3.3.4.7. *Tecoma stans* (Cholán)

Tecoma amarilla, nombre común de la especie botánica del género *Tecoma*, para *Tecoma stans*; otros apelativos: como cholán, esperanza, fresno, guarán amarillo o ipé.

Es un arbusto perenne grande cuya principal característica es que durante el verano aparecen desnudos de hojas pero se llenan de numerosas flores amarillas,

naranjas o rojizas, aportando una gran riqueza cromática al bosque tropical. Hojas pinnadas o simples de borde serrado. Se poliniza principalmente por colibríes. Se distribuyen principalmente por los valles secos andinos y por los bosques costeros intertropicales. Se cultivan en numerosas partes del mundo, por la bella floración, para adornar calles y jardines, aunque también es muy apreciada la madera de un color pálido amarillo, fina, densa, de fibras planas y de dureza media.

Hojas y raíces contienen compuestos bioactivos, especialmente mono terpenos, con usos medicinales.

Tiene potencial invasor y ocasionalmente se convierte en maleza. Rápidamente coloniza campos disturbados, rocosos, arenosos, y aclareados. (Natural club, 2006).

4.3.4. BENEFICIOS DE LAS PLANTACIONES AGROFORESTALES EN LA SIERRA

Las plantaciones agroforestales, son una combinación de la producción agrícola y forestal de forma simultánea; consiste en plantar árboles para la producción comercial en el mismo predio, junto a cultivos agrícolas o con pastizales (sistemas silvopastoriles).

Al usar plantaciones agroforestales comerciales la ganancia económica es mayor, ya que mientras espera que su plantación agroforestal produzca, se pueden tener cultivos anuales en el mismo terreno, generando ganancias a corto plazo.

Una limitante es que al pasar el tiempo la incidencia de los rayos de sol es más baja y el desarrollo de cultivos es más difícil, ya que las copas de los árboles se van cerrando, pero esto se puede aprovechar para introducir especies que requieren de un poco de sombra para desarrollarse como es el café (Mexicoforestal 2009).

Los beneficios garantizados que ofrecen las plantaciones agroforestales en la sierra comprenden, tres áreas en especial:

4.3.4.1. Conservación y Mejoramiento del suelo.

Es común decir que los sistemas agroforestales sirven para la conservación de los suelos, pero en el control de la erosión la efectividad depende mucho del tipo de plantaciones agroforestales.

La faja de árboles en contorno, sirve para formar una barreira viva y es una obra de conservación de suelo. Más aún con lo que respecta a la erosión, si la faja se encuentra contra pendiente ayuda evitando el escurrimiento y la erosión causada por el agua de escorrentía, si la faja se encuentra a favor de la pendiente su efecto es mínimo. Cabe recalcar que cualquier tipo de vegetación que se encuentre en contra de la pendiente ayudará a la conservación del suelo ya que reducirá el escurrimiento, permitirá la captación de sedimentos y aumentará la infiltración del agua en el suelo. Con lo que es la erosión causada por el viento, los factores que ayudan son la orientación, estructura y altura de la plantación.

Sheng, citado por Carlson (1990), indica que para evitar la erosión se debe ayudar al sistema agroforestal con zanjas o acequias al menos en la fase de establecimiento.

Es común el uso de las especies forestales por el aporte de materia orgánica, con sus hojas al suelo y sus raíces en la mortalidad de la especie.

En la sierra en zona con más 2800 msnm, se puede ocupar la retama y el aliso, que son especies consideradas como a portadoras de nitrógeno, con el inconveniente que son susceptibles a las heladas. La retama produce poca cantidad de follaje lo que pone en duda la capacidad de fijación de nitrógeno, al contrario que el aliso (Carlson, 1990).

4.3.4.2. Impacto sobre el Microclima

Lo más importante es el efecto de abrigo que se consigue en el área, evitando el viento, la humedad, las heladas y la insolación.

4.3.4.3. Diversificación de productos

Al hablar de diversificación se puede decir que el minifundista se beneficiara al sacar algunos productos a corto plazo como son: la madera, leña, frutos, forraje y en algunos casos hasta medicina. Además de otros beneficios como son la delimitación de una propiedad y la protección contra animales y personas que puedan entrar a la propiedad.

En Ecuador existen personas, organizaciones, etnias y experiencias concretas para el uso sustentable de la gran riqueza forestal del país. Esta riqueza que no está constituida sólo por madera, sino que aporta biodiversidad, equilibrio biológico, conservación de suelos, alimentos, forraje, medicinas, belleza escénica, conservación de cuencas hídricas, por citar sólo algunos (Carrere, 1997)

Es importante que las actividades forestales estén enmarcadas en el concepto de productividad, tal como lo entiende el Ministerio de Ambiente, encargado de regular las actividades forestales; puesto que toda explotación forestal debe ser manejado bajo un enfoque eco sistémico que supone, incorporar la dimensión intersectorial en el manejo forestal, integrar en las actividades económicas y sociales las consideraciones eco sistémicas, desincentivar la conversión de hábitats y apoyar el manejo del bosque como un sistema ecológico (Ministerio de Ambiente, 2004).

4.3.4.4. Prevención de desastres naturales.

Muchas de las zonas de importancia forestal en el Ecuador coinciden con áreas propensas a desastres naturales, por lo que conviene valorar la importancia de la cobertura boscosa en el incremento o disminución de los niveles de amenaza y riesgo. Los desastres naturales están estrechamente relacionados con la falta de planificación y las vulnerabilidades ocasionadas por la degradación de los recursos naturales. Las principales zonas de alto riesgo corresponden a aquellas que presentan pendientes pronunciadas, proceso agresivo de cambio de uso del suelo y altos niveles de precipitación (Barrantes *et al.*, 2001).

4.3.4.5. Efectos en el ecosistema.

Establecer sistemas forestales sustentables posee numerosas ventajas ecológicas como la purificación del aire, ya que al absorber dióxido de carbono se transforma, en gran parte en oxígeno; la defensa de los suelos de la erosión que produce la acción de la lluvia y del viento; la regulación del contenido de humedad en el suelo y la protección de la biodiversidad (Barrantes et al., 2001).

4.3.4.6. Réditos económicos.

La importancia de los bosques en la economía de un país es indiscutible, debido a que provee de recursos como: madera, productos medicinales, plantas ornamentales, artesanías, etc. De esta manera influye en el producto interno de nuestro país (Barrantes et al., 2001).

4.3.4.6.1. Madera.

La industria maderera es clave para el desarrollo de la sociedad ecuatoriana, por lo que un debilitamiento del sector representa un peligro de desestabilización en la economía, principalmente por la generación de empleo directo e indirecto. Lastimosamente, el abastecimiento principal de esta industria proviene del bosque nativo (75%); y, en menor grado de plantaciones forestales (FAO-INEFAN. citado por Barrantes *et al.*, 2001).

Según datos del Banco Central del Ecuador, el sector forestal aporta sostenidamente al PIB en 1.9%, del cual el 1.1% corresponde a la producción anual

bruta de madera (silvicultura y tala) y el 0.8% a la producción maderera industrial. La madera en los procesos de producción genera un valor agregado adicional, que en términos de la economía ecuatoriana no es despreciable, ya que utiliza 292 000 m³, genera US\$ 16,06 millones en trozas, considerando un precio promedio de US\$ 55m⁻³. Se estima que el valor agregado adicional es US\$ 53,12 millones y que el ingreso industrial total es US\$ 69,18 millones (Rosero, 2001). Las cifras del PIB reflejan un aporte para el año 2000 de \$146.47 millones y US\$ 106.53 millones para la producción bruta de madera y su industrialización respectivamente, para un total de US\$ 253 millones (Barrantes *et al.*, 2001).

Por otro lado el sector forestal tiene un aporte significativo en el nivel de empleo del Ecuador; se ha estimado que este genera aproximadamente 200 mil empleos directos, es decir, 8.4% de la PEA, distribuidos en artesanía 73 440; y, en la industria forestal y maderera 126 268. Además, es sector genera cerca de 35 000 empleos indirectos contribuyendo con un total de empleos directos e indirectos de 234 708. Finalmente resta decir que el intercambio comercial de productos forestales con el resto del mundo presenta un balance negativo (Exportaciones – Importaciones) de \$59.92 millones para el año 1998, debido principalmente a la falta de apoyo gubernamental a las exportaciones de este rubro (Barrantes *et al.*, 2001).

4.3.4.6.2. Energía

La biomasa como combustible, en especial la leña, es una importante fuente de energía en el Ecuador. Hasta 1997, la leña tenía una participación de 30% en el consumo total de energía. La leña es recolectada por el consumidor, y su consumo está asociado a

los estratos pobres de la población rural y urbana, ya que el estudio de ESMAP/Banco Mundial-INE, 1993, determinó que el 77% de la población rural utiliza leña como combustible y el 10% de la población urbana depende de la misma como fuente de energía, para sus actividades cotidianas (Barrantes *et al.*, 2001).

4.3.4.6.3. Productos no maderables

Las plantas medicinales son un claro ejemplo de rubros alternativos para la población rural principalmente, ya que son utilizadas como materia prima, extractos, forma semipurificada, en forma de sustancias químicas o semisintéticas. La industrialización es cada vez mayor, a pesar del poco apoyo del gobierno. Debido a las diversas formas de comercialización, la variedad de precios para los productos y la falta de estadísticas sistematizadas y confiables se ha fijado como aporte del bosque, en términos de uso y comercialización de plantas medicinales en \$84.34 millones, el cual sería el valor estimado de exportación referencial anual (Buitrón. citado por Barrantes *et al.*, 2001).

La contribución potencial de los productos no maderables al desarrollo se puede definir en términos de la satisfacción de necesidades de subsistencia y de la creación de fuentes de ingresos para las comunidades. Para esto, se debe partir del supuesto de que la población local se interesa en la conservación del bosque, siempre y cuando su aprovechamiento le represente algún beneficio. Los productos no maderables del bosque son principalmente utilizados a nivel local, no obstante, algunos de ellos son comercializados en el mercado. Por ejemplo la tagua generó \$2.4 millones en 1992 con

la exportación de 327 ton; la paja toquilla en el mismo año generó \$4.6 millones. (Barrantes *et al.*, 2001).

4.3.4.6.4. Ecoturismo

Los bosques proporcionan una belleza escénica única, facilitando las actividades de recreación y turismo relacionados directa e indirectamente con estos, como son la caza, pesca, paseos a pie, paseos a caballo, acampada, observación de la naturaleza, ascensión de montañas, natación, etc. Los áreas naturales protegidas del Ecuador son un ejemplo de la importancia en la economía del ecoturismo, ya que en los últimos años el número de turistas nacionales y extranjeros ha ido en aumento, lo que representa mayores ingresos económicos para el país (PROBONA, 1995).

4.3.4.6.5. Beneficios sociales

Los bosques y los árboles juegan un papel crítico en la forma de ganarse la vida de los pobres del mundo. Cerca de un cuarto de estos dependen totalmente o en parte de los recursos forestales para poder cubrir sus necesidades mínimas de subsistencia de productos de la canasta básica y alimentos suplementarios, materiales de construcción, combustible, medicinas, dinero en efectivo y servicios locales del ecosistema, así como también insumos de granja como son alimentos para los animales y nutrimentos para las cosechas. Pero una gran parte de esta misma población rural son también productores silvícolas, comunidades indígenas con trechos *vastos* de selvas naturales y/o agricultores individuales que plantan árboles a lo largo de los límites de sus granjas. Del 10% al 25%

de los ingresos de los agricultores de bajos ingresos pueden provenir de productos no maderables. El procesamiento en pequeña escala de los productos forestales como muebles, herramientas y canastos también proveen una gran fuente de empleo rural no agrícola. Para una gran parte de la población rural pobre que vive en tierras forestales y agrícolas marginales, los mercados comerciales para productos forestales y servicios del ecosistema constituyen una de las pocas opciones disponibles y sustentables para salir de su pobreza (Scherr et al., 2002).

Los principales beneficios sociales que aportan los bosques son la dotación de agua para consumo humano, animal y para cultivos; purificación del aire, principalmente en las grandes ciudades donde la contaminación ambiental va en aumento; material genético que permita obtener beneficios como medicinas, especies más productivas, etc; empleo en las áreas de turismo y recreación; protección contra desastres; ingresos alternativos para mejorar parte de su economía; y el uso de la madera para la fabricación de muebles, juguetes, materiales de construcción, etc. es y será parte del crédito común nacional de estas actividades, si se asegura que la zona plantada aumentará (PROFAFOR 2005, Barrantes et al. 2001).

4.3.4.6.6. Fijación de carbono.

Los árboles absorben el CO₂, lo guardan en la madera durante su ciclo de vida. Se estima que el 50% del peso seco de un árbol es carbono, el cual no se liberará a la atmósfera (como CO₂), a menos que la madera se haya podrido o quemado. En las plantaciones forestales, la cantidad total de carbono almacenado aumenta

significativamente con el transcurso del tiempo, hasta que los árboles alcanzan su madurez. Una hectárea de plantación de árboles sana puede absorber alrededor de 10 toneladas anuales de dióxido de carbono de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar. Por tanto, la posibilidad de reducir las emisiones mediante la actividad forestal y el potencial para aumentar la fijación de carbono amplía la relevancia del sector forestal y su participación en las acciones orientadas a mitigar el calentamiento de la tierra y los cambios climáticos (PROFAFOR, 2005).

Según datos del proyecto CARE – Ecuador en Esmeraldas, la fijación de carbono se estima en 3TM ha-1. El precio de la fijación de carbono es de \$10/tm como límite superior, mientras el límite inferior es de \$5/tm. A partir de los datos de cobertura forestal del Ecuador, estimada para 1990 de 10.69 millones de ha, y, tomando en cuenta una fijación de 3 tm/ha/año, los ingresos potenciales estarían en un rango de \$16.03 a \$32.07 millones por año (Barrantes et al., 2001).

4.3.5 MAPAS TOPOGRÁFICOS

Un mapa topográfico es la representación en dos dimensiones (en un plano) y a escala de una zona de la superficie terrestre. Debido a que la esfera terrestre tiene una superficie geométrica no desplegable en una forma plana es imposible trasladarla a una superficie plana sin cometer errores.

4.3.5.1. Coordenadas UTM

El sistema de coordenadas utilizado en la proyección UTM, recibe el nombre de coordenadas UTM, y se expresan en metros.

La proyección UTM consta de un conjunto de coordenadas planas, que cubren la superficie de la tierra comprendida entre los 80° de latitud sur y los 84° de latitud norte. Esta superficie se divide en 60 porciones denominadas husos, van numerados del 1 al 60.

A la hora de tratar con coordenadas UTM debemos tener en cuenta el huso en el que se encuentre la zona de nuestro mapa. El huso es el área situada entre dos meridianos de la Tierra, comprenden 6° de longitud. Las coordenadas UTM tienen un sistema de referencia completamente distinto en cada huso con lo que se consigue disminuir las distorsiones producidas por este tipo de representación.

España se encuentra principalmente en el huso 30 (de 6° oeste a 0°), pero también tiene zonas en el huso 31 (de 0° a 6° este, zona más oriental de la península) y en el huso 29 (de 6° oeste a 12° oeste, zona más occidental de la Península e Islas Baleares). Las Islas Canarias se sitúan en los husos 27 y 28.

Las coordenadas UTM se expresan en metros. El eje de las ordenadas aumenta hacia el norte y se expresa (en la Península Ibérica) en millones de metros. Mientras que las coordenadas del eje de abscisas aumentan hacia el este y se expresa en centenares de miles de metros. Para simplificar la lectura de las coordenadas en los mapas se eliminan los 3 últimos ceros, y aparecen en menor tamaño la primera cifra (eje de abscisas) y las

dos primeras cifras (eje de ordenadas) o se escriben en tamaño normal sólo las cifras correspondientes al millar y a la decena de millar.

Es decir si en el mapa aparece el dato 40 (eje de ordenadas) se deberá tres ceros para la lectura correcta de la posición en coordenadas UTM, quedaría como 4.440.000 metros. En las esquinas inferiores de los mapas topográficos de la cartografía española aparecen las coordenadas con todos sus dígitos, sin eliminar ninguno.

4.4. PLAN DE MANEJO

El plan de manejo silvícola se compone de un conjunto de acciones coordinadas con el objetivo de obtener las características deseadas de calidad en las cantidades estimadas.

El plan de manejo es diseñado para cada especie. La diversidad de los sitios genera pequeñas desviaciones que son consideradas en particular observando el crecimiento de cada rodal.

Se combinan operaciones de podas y raleos de forma de lograr los objetivos de calidad de madera libre de defectos no deseados.

La elección de especies para la forestación depende de dos factores fundamentales: las características del sitio forestal, y el objetivo de la plantación.

La calidad de un sitio, desde el punto de vista forestal, es el resultado de la combinación de una serie de factores ambientales (suelo-clima-factores bióticos) y su interacción que condicionan el crecimiento de la plantación.

Las posibilidades de mejorar un sitio forestal normalmente son reducidas. El mejoramiento se logra alterando las condiciones del suelo, con una adecuada preparación y con la aplicación de fertilizantes, ya que las condiciones climáticas no son posibles de cambiar. En consecuencia, la selección de las especies para un determinado lugar se verá limitada a aquellas que sean capaces de sobrevivir y producir en las condiciones impuestas por el sitio, considerando sólo el mejoramiento que puede significar una buena preparación del terreno y la fertilización.

El otro aspecto importante tenido en cuenta para la elección de especies, es el objetivo de la plantación, expresado por la proyección de demanda de los principales compradores de productos de la madera que representan las necesidades del mercado.

Otro aspecto importante son las podas, lo cual es la acción y efecto de cortar ramas superfluas en los árboles, tanto vivas como muertas. En términos forestales esto implica un desrame, también denominado escamondo.

En una plantación corresponde tomar la decisión sobre las características de la poda, considerando el tipo de producto que se espera a futuro.

Con lo que respecta al raleo en un inicio, se plantan muchos individuos para inducir la competencia y así lograr que los árboles crezcan rectos con una copa reducida y un buen fuste comercial. Sin embargo, la competencia por agua, luz y nutrientes no

debe ser tan excesiva, ya que esto puede perjudicar el buen desarrollo de los árboles. Por la razón anterior es que al pasar el tiempo se hace necesario reducir la cantidad de árboles mediante el raleo.

Al raleo se debe eliminar árboles con las características siguientes: mala forma, bifurcados, inclinados, suprimidos y poco desarrollados, enfermos, los de menor diámetro y altura.

El Plan de Prevención y Combate de Incendios Forestales ocupa un lugar muy importante dentro de la planificación y operaciones de las actividades, fundamentalmente en los meses de primavera y verano, y algunos años parte del otoño.

El objetivo de este Plan es definir las acciones preventivas y fijar los elementos de combate para, enfrentar, llegado el caso, el incendio forestal.

Para ello, se considera de fundamental importancia la capacitación de los funcionarios forestales y también la de la población del medio.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

Para la ejecución del presente proyecto de investigación se utilizó los siguientes equipos y materiales: GPS, pilas, mapas topográficos, computadora, clinómetro,

brújulas, citas métricas, estacas (40 y 60 cm.), asadillas, palas, barras, machetes, moto guadañas y bombas fumigadoras.

5.2. METODOLOGÍA.

5.2.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

5.2.1.1. Ubicación Política.

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia Sangolquí en el Sector de San Fernando la Hacienda El Prado (IASA I).

5.2.1.2. Ubicación Geográfica Hda. El Prado

Geográficamente el área de estudio está ubicada en la longitud $78^{\circ}24'44''$ W, latitud: $0^{\circ}23'20''$ S, altitud 2748 m.s.n.m (Figura 5.2.1).

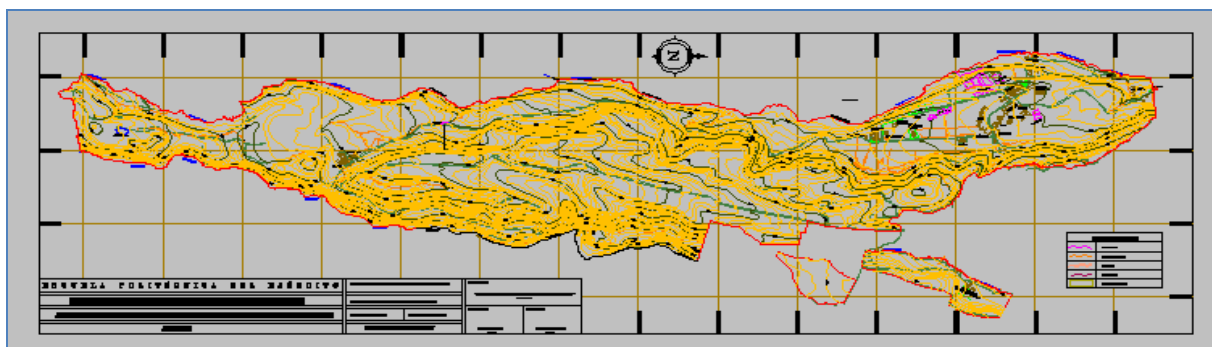


Figura: 5.2.1. Esquema de la ubicación geográfica

5.2.1.3. Clasificación Ecológica Hda, El Prado

La Hda. El Prado se encuentra en el piso altitudinal Montano Bajo, Región latitudinal Templada, zona de vida Bosque Húmedo, Clasificación Bioclimática Húmedo –Temperado, Provincia de Humedad Húmedo, temperatura 13.89 °C (promedio anual), precipitación anual 1285 mm/año, y humedad relativa promedio 69.03 % (promedio anual).

5.2.2. MÉTODOS

5.2.2.1. Caracterización del uso del suelo

Con la ayuda de mapas topográficos y mapas de usos de suelos (Figura 5.2.2), bajo el sistema de coordenadas U.T.M Geoide WGS84 se identificó de forma visual las

áreas de La Hda. El Prado, cuencas, pendientes, laderas, caminos, etc., y de esta manera se determinó áreas factibles para la reforestación.

Se caracterizó los terrenos, clasificándolos en aptos o no aptos para plantaciones forestales, discriminando áreas de construcciones, cultivos, potreros, etc., las cuales se pueden observar en el mapa de uso de suelos de la hacienda. En las áreas aptas se analizó sus características para destinarlos a plantaciones forestales con fines comerciales, plantaciones con fines de conservación y para la implementación de sistemas agroforestales.

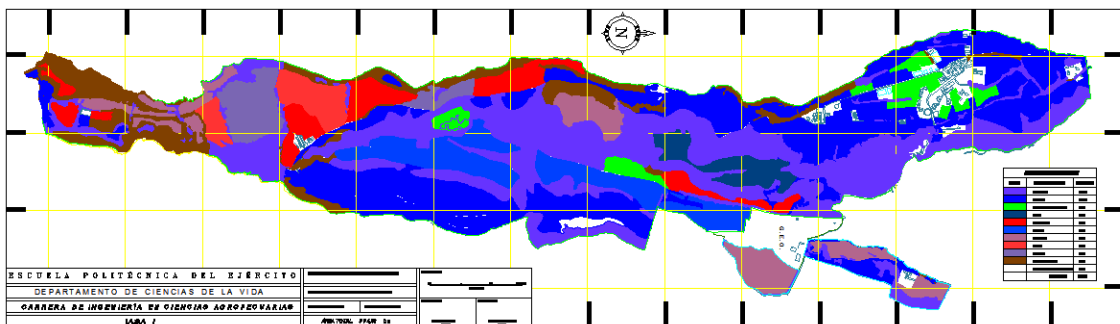


Figura 5.2.2 Mapa de uso actual de suelos de la Hda. El Prado-IASA I. (Luna M, 2008)

Una vez reconocidas las áreas posibles de forestar en el mapa, se enumeró del 1...n las zonas encontradas, se planearon las visitas a estas áreas tomando en cuenta la dificultad de dichas zonas y se destinó de 2 a 3 días de recorrido.

Posteriormente, se tomó puntos con la ayuda de un GPS marca Garmin (+ 3), con un margen de error \pm 5 m. Las distancias entre los puntos tomados dependió de la topografía: en tramos rectos se tomó 3 puntos (al inicio, al medio y al final del tramo); y, en tramos curvos se tomó los puntos necesarios para disminuir el error en el cálculo

de áreas. Con la base de datos generada, se realizó los cálculos de las áreas utilizando el programa computacional Autocad (2007).

5.2.2.2. Identificación de áreas para plantaciones

Se identificó áreas con fines de producción, conservación, protección y para sistemas agroforestales. Para esto se tomó en cuenta el mapa de usos actual de suelo y la opinión del Ing. Quimbiulco Jefe de producción y del Ing. Pablo Rodríguez representante de FROFORESTAL, con los cuales se realizó los recorridos en la hacienda.

En las visitas de reconocimiento, se observó el tipo de terreno, sus inclinaciones y si estos tienden a la inundación ya que en la hacienda existe mucha circulación de agua. Además, se tomó en cuenta el tipo de suelo, clasificando las zonas analizadas especialmente las zonas problemas de la Hda. El Prado como pedregosas, semi-pedregosas y pantanosas; de acuerdo a esto se destinaron las especies que soportan cada característica de las zonas a plantarse.

Para la selección de las áreas destinadas a plantaciones con fines comerciales, se consideró la pendiente, la cual no debía superar un 30 % y que las especies comerciales se adapten favorablemente al área destinada

Para el área de conservación, se observó la cercanía a cauces de agua, en este caso si las áreas analizadas estaban cerca de ríos se las consideró para reforestación con especies nativa, ya que en algunos casos las pendientes son muy pronunciadas y los

árboles nativos son los más idóneos para sostener el suelo, evitando la erosión cerca de los ríos para conservación de las fuentes de agua.

Para definir áreas aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales, se realizó recorridos por los potreros de la hacienda y se determinó zonas para el establecimiento de cercas vivas en los límites de los potreros. Sin embargo, algunos de los límites de los potreros presentaron cerca eléctrica, en donde no se puede establecer el sistema. También se observó terrenos de los vecinos de la Hda. El Prado, los cuales eran ideales para plantaciones forestales para conservación, ya que se encontró junto a ríos y estos estaban siendo usados para pastoreo con kykuyo, bajo estas observaciones se dialogó con los dueños, llegando a un acuerdo con la Fundación Flor de octubre los cuales colindan a la hacienda.

Las plantas a utilizar en la reforestación total de La Hda. El Prado fueron provenientes de PROFORESTAL la cual cuenta con una gran variedad de especies nativas y exóticas y fueron entregadas a la Hda. El Prado sin ningún costo, gracias al convenio que hay de por medio. Dependiendo del análisis que se realizó en cuanto a características nombradas con anterioridad de los terrenos, se escogió las especies más idóneas para ser plantadas.

5.2.2.3. Reforestación

Ya identificadas las áreas a reforestar, se procedió a plantar. Para esto se marcaron los puntos para los árboles con estacas, de la siguiente manera:

Para plantaciones comerciales como eran terrenos planos, se marco una línea de referencia, lo más larga posible de norte a sur, ubicándolas de la mejor manera, de acuerdo a la forma del terreno para que esto sea posible (Figura 5.2.2).

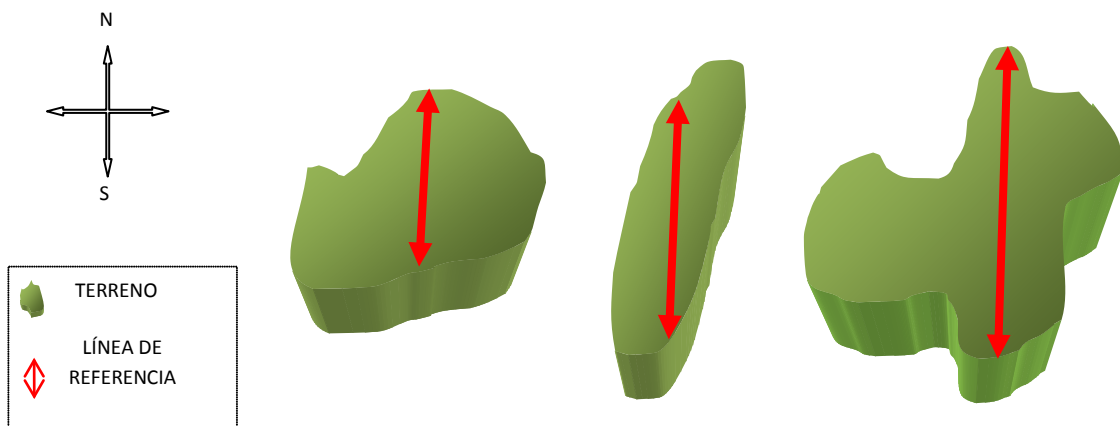


Figura 5.2.2. Línea norte-sur sobre los terrenos.

En base a la línea marcada, se procedió a colocar estacas en los puntos para plantar los árboles, bajo el sistema en tres bolillo (Figura 5.2.3). Con cinta métrica formando un triángulo equilátero de 3x3x3 m., se marcó los puntos y se colocó la estaca de marcaje. De esta manera se siguió continuamente hasta cubrir la superficie.

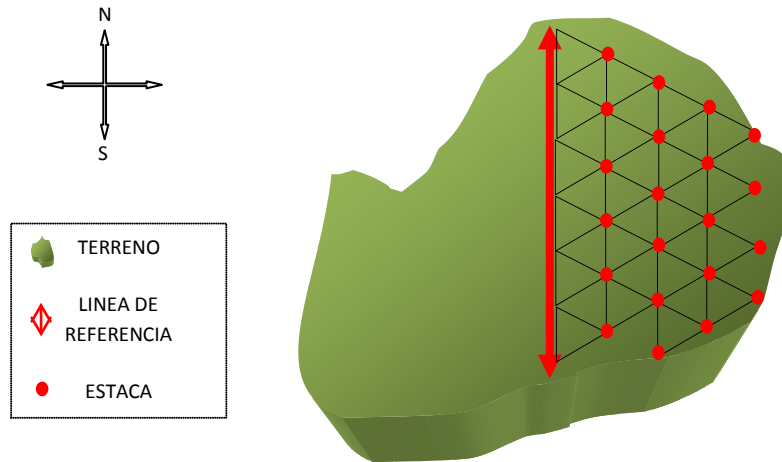


Figura 5.2.3. Estaqueado en tres-bolillo

De acuerdo a la distancia de siembra de la especie seleccionada (3 m para especies exóticas y 2m para especies nativas), se calculó los individuos a plantar, con la siguiente fórmula:

$$N \text{ ind.} = A / (l^2 \times 0.866)$$

Se limpió las zonas de malezas, arbustos y árboles no deseados. Se realizaron coronas de 120 cm. de diámetro, cavando en su centro un hoyo de 60x60 cm. y 60 cm. de profundidad (Figura 5.2.4.). Esto se lo realizó con ayuda de los estudiantes (a futuro la mano de obra requerida será proporcionada por PROFORESTAL, gracias al convenio existente que permitirá la reforestación total de la Hda. El Prado).



Figura 5.2.4. Hoyo para la planta

De acuerdo al terreno (plano o con pendiente), se realizó el estaqueado de la plantación en tres bolillo. Para terrenos con pendiente, la distancia entre plantas se calculo la siguiente fórmula:

$$D_s = \frac{3}{\cos.tg^{-1}\left(\frac{PENDIENTE}{100}\right)}$$

5.2.2.4. Plan de Manejo

En la plantación se realizó una fertilización inicial con un fertilizante completo a cada planta al fondo del hoyo, se realizó previamente una selección de las plantas más adecuadas para la plantación, en el momento de plantadas las especies se eliminaron ramas indeseables y se realizó el control de malezas en la corona.

VI. RESULTADOS

6.1. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SUELO

Se encontró en el mapa de uso actual del suelo, áreas que estaban ocupadas como potreros improvisados los cuales pasaron a ser considerados como áreas aptas para reforestación y otros en los cuales se les clasificó como potreros establecidos.

Lo mismo con las zonas mencionadas en el mapa, como terrenos con construcciones, vías, etc., eran pastos y en la actualidad se las ha reforestado y serán bosques.

6.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA PLANTACIONES

En los recorridos realizados se encontró un total de 85.50 ha para reforestar, de las cuales 35.70 ha. corresponden a plantaciones con fines de producción y 49.80 ha para plantaciones de protección (Anexo 4). Además se cuenta con los límites de los potreros los cuales corresponden a 151.96 ha. de pastos, dentro de los cuales se puede establecer cercas vivas en sus bordes.

Se identificaron zonas con características idóneas para realizar plantaciones forestales ya que el suelo es suelto. Estas áreas se clasificaron para plantación comercial, se determinó la aptitud de los terrenos, para la determinación de la especie más adecuada y el sistema a implementar.

6.3. REFORESTACIÓN

La reforestación se realizó con especies nativas y exóticas, siendo las nativas: cholán, guabas, cedro, nogal, arrayán, casuarinas, alisos, romerillo, yagual, retamo y Pumamaqui; y exóticas: ciprés, eucalipto y pino. Estas especies fueron proporcionadas por el vivero de la hacienda El Prado y otras adquiridas en viveros forestales de Latacunga. En total se plantaron 3368 árboles, detallados en el Cuadro 6.3.1.

Cuadro 6.3.1. Especies utilizadas en el proyecto “ESTUDIO DE LAS ÁREAS POTENCIALES PARA LA REFORESTACIÓN EN LA HACIENDA EL PRADO IASA I - SANGOLQUÍ”.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	NATIVO	EXOTICO	# INDIVIDUOS SEMBRADOS	DE
Ciprés	<i>Cupressus americana</i>		X	2228	
Alisos	<i>Alnus cordata</i>	X		244	
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>		X	381	
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	X		64	
Tilo	<i>Sambucus spp.</i>	X		66	
Cedro	<i>Cedrus spp.</i>	X		56	
Guaba	<i>Inga edulis</i>	X		83	
Cholán	<i>Tecoma stans</i>	X		96	
Arrayan	<i>Eugenia halli</i>	X		30	
Romerillo	<i>Baccharis sarothroides</i>	X		30	
Yawual	<i>Polylepis incana</i>	X		30	
Retama	<i>Spartium junceum</i>	X		30	
Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadoriensis</i>	X		30	

6.4. PLAN DE MANEJO

Se seleccionó las plantas más adecuadas para la siembra en base a su vigor, parte sanitaria, tamaño, etc. Se realizó una fertilización inicial con 100 g de fertilizante completo a cada planta en el fondo del hoyo, al momento de ser plantadas las especies se eliminó ramas indeseables y se ejecutó el control de malezas en la corona.

Los 3368 árboles plantados deberán ser revisados, verificando el estado, para que si es necesario se realice un replanteo en los lugares que fuesen necesarios, y aplicar los planes de manejo.

6.4.1. FERTILIZACIÓN.

Para el establecimiento de la plantación se debe tomar en cuenta la nutrición de los árboles, ya que es un aspecto muy importante y que puede ser alterado mediante la fertilización. Los beneficios que una adecuada fertilización puede generar son muchos al agregar nutrientes, debido a que estimula el desarrollo de las raíces, permite a la planta una mayor ocupación del suelo, aprovechando en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles. Así se logrará una mayor supervivencia, un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, lo cual disminuye o elimina la competencia, obteniéndose un rodal más uniforme y un mayor rendimiento al momento de la cosecha. Para esto se debe destacar que la fertilización es una práctica que necesariamente debe ser acompañada de un adecuado control de malezas, de esta manera se podrá asegurar los

máximos beneficios de la fertilización, ya que si alguna de estas actividades no se efectúa, seguramente la fertilización no tendrá el efecto esperado.

La época de fertilización que se recomienda en la plantación, es fertilizar finalizando el período de lluvias e iniciando el período vegetativo el sistema consiste en hacer surcos paralelos a la pendiente a ambos costados de la planta a 12 o 15 cm y a una profundidad de 10 a 15 cm, luego cubrir con tierra, o realizando círculos alrededor de las plantas para la aplicación del fertilizante (Figura 6.4.1).



Figura 6.4.1. Aplicación del fertilizante en una planta ya limpia de maleza.

La aplicación de NPK junto con un adecuado control de malezas afecta positivamente el desarrollo de las plantas, se recomienda aplicar una dosis de 120 a 180 g planta⁻¹, dependiendo de la calidad del sitio. Comenzando un con fertilizante completo el cual tenga mayor cantidad de nitrógeno para estimular del desarrollo de de la planta.

No se debe arrojar restos de fertilizante a cursos de agua, se recomienda esto ya que existe mucha cantidad de agua corriente en la hacienda.

La fertilización sólo ayudará a las plantas cuando no exista competencia de malezas.

6.4.2. CONTROL DE MALEZAS.

El control de malezas posplantación tiene como objetivo mantener a las plantas sin competencia de malezas el máximo de tiempo posible, hasta que se establezcan y se cierre el dosel. Existen dos formas de controlar la maleza pos plantación, en forma química y manual, y se puede escoger según las condiciones de la hacienda.

6.4.3. RIEGO.

Esta labor se realizará, sólo de emergencia en una sequía prolongada (7-8 meses) con unos a dos riegos de 4-5 litros por planta, en los sistemas silvopastoriles, y si existe la posibilidad, realizar lo mensualmente para el establecimiento en los meses de verano, con dosis de 10 litros por planta.

6.4.4. PODA

Consistirá en la eliminación o corte de las ramas del fuste. De no realizarse esta actividad, las ramas se secan y en la medida que el árbol se desarrolla quedan nudos sueltos y bolsas de resinas que aparecen al momento de industrializar el árbol, desmereciendo la calidad del producto.

Al realizar el corte de la rama al raz del fuste, evitando dañar el tejido de cicatrización o anillo. Es bueno podar ramas verdes, lo que favorecerá a una rápida cicatrización de la herida.

Utilizar herramientas de calidad, que permitan un corte preciso y aumento de rendimiento de la actividad.

No dejar menos de 50% de la copa viva en cada poda, caso contrario se reduce el desarrollo del árbol.

6.4.5. RALEO

Consiste en la reducción de la densidad de la plantación. El objetivo es dar mayor espacio a los mejores individuos favoreciendo un rápido aumento en diámetro y altura. Se deben considerar dos raleos, el primero a los 20-24 meses, donde se reduce la población al 50%, eliminando aquellos individuos de menor desarrollo, quebrados, enfermos y otras características no deseables que reducirán el valor final del producto. El segundo raleo se debe llevar a cabo a los 60 a 70 meses, donde nuevamente se reduce

la población a 50%. Si consideramos una plantación con una densidad inicial de 800 plantas/ha, en el primer raleo quedarían 400 plantas/ha y en el segundo entre 180 y 200 plantas/ha. Lo que se busca con esta actividad es mayor rendimiento industrial y mayor valor.

Con este manejo se puede obtener árboles con diámetros de entre 40-45 cm y alturas de 35 a 40 m a edades de 13-15 años con un volumen/árbol cercano a los 2 m³ sólidos, del cual el 70% (1.4 m³ sol) corresponde a madera libre de nudos y el restante 30% (0.6) a madera con nudos y/o leña. El volumen final total de la plantación oscilará entre 360 y 400 m³ sólidos.

VII. DISCUSIÓN

7.1. CARACTERIZACIÓN DE USO DE SUELOS.

En el mapa de uso actual de suelos de la Hda. El Prado se encontró coincidencias con la realidad, y también algunos cambios de uso de suelos. En los recorridos realizados por la Hda. El Prado se constató que algunos terrenos destinados para pastos, en la actualidad se encuentran como bosques, debido a la regeneración natural o por plantaciones realizadas sin ser tomadas en cuenta en el mapa de uso actual de suelo realizado por el Ing. Marco Luna.

Se encontró regeneración natural especialmente del género *Eucalyptus*, debido a que esta especie ha superado las limitantes y condiciones naturales de la zona, a pesar de ser una especie exótica. Ha logrado poblar áreas donde antes eran zonas de pasto. Ya que el eucalipto produce diversos efectos que lo hacen inapropiado para los ecosistemas urbanos, ya que compite agresivamente con otras especies por la luz, el agua y los nutrientes. Además, sus hojas exudan sustancias que impiden el desarrollo de vegetación a su alrededor, e incluso repelen a ciertos animales, por lo que no favorecen la diversidad de especies vegetales ni la presencia de aves (Universidad Iberoamericana, 2007).

7.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA PLANTACIONES

Se encontró 35.70 ha. para plantaciones con fines de producción y 49.80 ha para plantaciones de protección, dando un porcentaje más alto a la de protección como prioridad debido primero a las condiciones de la zona y a la necesidad de reforestar con especies nativas.

Según el manual de reforestación de cuencas hidrográficas, es importante considerar que las tierras con usos intensivos no forestales tienen impactos negativos en los suelos, y propone establecer áreas de reforestación no comercial, con especies nativas en aquellos terrenos con pendientes mayores al 50% y sistemas agroforestales o reforestación en áreas con pendientes mayores a 30% (ACP, 2006).

7.3. REFORESTACIÓN

La reforestación se realizó con especies nativas y exóticas, siendo las nativas: cholán, guabas, cedro, nogal, arrayán, casuarinas, alisos, romerillo, yagual, retamo y Pumamaqui; y exóticas: ciprés. Existiendo una gran cantidad más de especies nativas plantadas en el Ecuador, como muestran que son (Arica, 2003): *Polylepis racemosa* “Quinual”, *Buddleja coriacea* “Colle” “Kishuara”, *Polylepis incana* “Queñua”, “Yagual”, *Cassia Tomentosa* “Mutuy”, “Motuy”, “Tanquis”, y *Escallonia resinosa* “Chachacoma” “Orko Chachacoma”.

7.4. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO

La necesidad de aplicar un plan de manejo es muy importante ya que se pueden presentar fracasos en la reforestación. Si se realiza un plan de manejo de la plantación en los primeros años se garantiza un buen establecimiento.

Ya que los fracasos se dan en los dos primeros años como cita Beer, 1998

VIII. CONCLUSIONES

Se puede tomar el mapa actual de uso de suelos de la Hda. El Prado de una forma más precisa, al tener en cuenta los cambios que se encontraron en el estudio, los cuales dan una mayor precisión en los datos que presenta.

Se encontró 85.50 ha para reforestación, 35.70 ha de plantaciones comerciales y 49.80 ha para plantaciones de protección. Con áreas de potreros de 151.96 ha con gran potencial para reforestar sus límites y divisiones con cercas vivas.

Se realizó la reforestación con un total de 3368 árboles entre especies nativas y exóticas, siendo las nativas: cholán, guabas, cedro, nogal, arrayán, casuarinas, alisos, romerillo, yagual, retamo y Pumamaqui; y exóticas: ciprés, eucalipto y pino.

Se realizó el manejo de la plantación forestal con actividades como control de maleza, riego, fertilizaciones y podas; evitando con esto la muerte de los árboles plantados.

IX. RECOMENDACIONES

Para realizar este proyecto, se basó en el uso de mapas ya existentes de la Hda. El Prado. Se debe de considerar que estos mapas tengan una constante actualización debido a los cambios que surgen a través del tiempo, para que la información sea autentica y pueda beneficiar a la hacienda en más proyectos de investigación futuros.

Para plantar los árboles es recomendable contar con mano de obra que conozca la importancia de la reforestación y los factores que se deben tomar en cuenta en el momento de plantar para que el trabajo de buenos resultados a futuro.

El material vegetal que se use en la plantación forestal debe ser de buena calidad, tomando en cuenta la procedencia de ellas, para tener plantas vigorosas y sanas, de esta manera se evitara la muerte y labores adicionales en el manejo de la plantación.

Las actividades de reforestación implican una serie de actividades las cuales son posteriores a la plantación la poda, fertilización, riego, etc. Es por ello que se debe seguir el plan de manejo de la plantación, de esta manera se obtendrán productos de buena calidad a futuro como son las semillas, madera y otros productos.

X. RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue determinar las áreas potenciales para reforestación en la Hda. El Prado con la finalidad de establecer plantaciones con fines de conservación, producción y sistemas agroforestales.

Para esto se caracterizó las ares de la hacienda identificando las zonas mediante mapas topográficos, para plantaciones con fines de conservación y producción, la reforestación se realizó en tresbolillo a distancia de 3 m. entre plantas. Se realizó el manejo de la plantación con fertilización, podas, riego, desmalezado, etc.

Obteniendo 85.50 ha para reforestar, de las cuales 35.70 ha. corresponden a plantaciones con fines de producción y 49.80 ha para plantaciones de protección, y 151.96 ha. de pastos, dentro de los cuales se puede establecer cercas vivas en sus bordes.

Se plantó 3368 árboles entre nativos: cholán, guabas, cedro, nogal, arrayán, casuarinas, alisos, romerillo, yagual, retamo y Pumamaqui; y exóticas: ciprés, eucalipto y pino.

XI. ABSTRACT

The overall objective of this study was to determine potential areas for reforestation in Hda. The Prado in order to establish plantations for conservation, production and agroforestry systems.

For this purpose characterized the ares of the farm identifying areas using topographic maps, for plantations for conservation and production, reforestation was carried out in staggered a distance of 3 m. between plants. Was performed plantation management with fertilization, pruning, irrigation, weeding, etc.

Loading has to reforest 85.50, of which 35.70 ha. correspond to plantations for production and 49.80 ha for plant cover, and 151.96 ha. pasture, in which hedges can be set at the edges.

3368 trees were planted between natives: Chola, guava, cedar, walnut, myrtle, casuarina, alder, rosemary, Yagual, broom and pumamaqui, and exotic cypress, eucalyptus and pine.

XII. BIBLIOGRAFIA

- Carlson P, 1990, Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana, Quito, EC, 24 p.
- Enciclopedia libre Wikipedia, Forestación, consultado el 7 Jul. 2009, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Forestaci%C3%B3n>.
- Enciclopedia libre Wikipedia, *Cedrus*, actualizado el 7 ene 2010, disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cedrus>.
- Enciclopedia libre Wikipedia, *Pinus patula*, actualizado el 11 oct. 2009, disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_patula.
- FAO, 2000, Programa de evaluación de los recursos forestales mundiales, consultado 18 Jul 2009, disponible en: <http://createpdf.adobe.com/?Language=ENU>
- FAO. 2000. Cambios en la cobertura forestal – Ecuador. Roma. s.e.
- Galloway G, 1986, Guía sobre la repoblación forestal en la sierra ecuatoriana, Quito, EC. 40p.
- Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal, Agroforestería: un paso de la agropecuaria hacia lo forestal, 4 de junio del 2009, disponible en: www.mexicoforestal.gob.mx/notaphp?id=421

- Torales L, 2009, Forestación: En la región Paraguay es país apto para reforestar 26-03-2009, AGROMEAT, Paraguay, consultado el 5 de jul. del 2009. Disponible en: <http://www.agomeat.com/index.php?idNews=85543>
- Revista electrónica Infojardin, Aliso, 2009, disponible en: <http://www.infojardin.com>.
- Hofstede, R. Lips, J. Jongsma, W. 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la sierra alta del Ecuador. Quito. Abya – Yala. 242p
- Ministerio de Ambiente. 2003. Reforestación de las zonas andinas altas de la Provincia de Chimborazo. Quito. 22p.
- Ministerio de Ambiente. 2004. Consultado 21 feb. 2005. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ec/>
- ARP (Áreas realmente protegidas). 2004. Ecuador: Contexto Nacional. Consultado 25 feb. 2005. Disponible en: http://www.areas-protegidas.org/ecuador_contexto_nacional.php
- PROFAFOR (Programa FACE de forestación). 2005. ¿Qué es PROFAFOR?. Quito, EC. Consultado 21 feb. 2005. Disponible en: http://www.profafor.com/fr_info_soluciones.htm
- RAFA (Red de Asesores Forestales de la ACIDI). 1999. Ecuador: Manejo de los recursos naturales. Québec, CA. Consultado 25 feb. 2005. Disponible en: <http://www.rcfa-cfan.org/spanish/s.profile.13.html>

- Carrere, R. 1997. Deforestación y Monocultivos en el Ecuador. Quito, EC. Consultado 25 feb. 2005. Disponible en: <http://revistadelsur.org.uy/revista.067/Ecologia.html>
- Barrantes, G. Chaves, H. Vinueza, M. 2001. El Bosque en el Ecuador – Una visión transformadora para el desarrollo y la conservación. Quito. COMAFORS (Corporación de manejo forestal sustentable). 43p.
- Machado, C. 1999. Ecuador ¿Una gran herencia para tus hijos?. Quito, EC. Consultado 25 feb. 2005. Disponible en: http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/herencia.htm
- ASOCAM. 2004. Ecuador: Recursos naturales. Quito, EC. Consultado 25 feb. 2005. Disponible en: <http://www.asocam.org/rnnecua5.htm>
- Torres, M. 1999. Desarrollo Sustentable. Quito, EC. Consultado 21 feb. 2005. Disponible en: http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/sustentable.htm
- PROBONA (Programa Regional Bosques Nativos Andinos). 2002. La hora del Pijcho – comunidad y bosque en los Andes. La Paz – Quito. PROBONA. 155p.
- Scherr, S. White, A. Kaimowitz, D. 2002. Asegurándose que los mercados incluyan a las comunidades forestales. Washington. s.e. 33p.
- Prado, L. Valdebenito, H. 2000. Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Quito. FOSEFOR (Programa Andino de Fomento de Semillas Forestales). 206p.

- Loján, L. 1992. El verdor de los Andes. Quito. Luz de América. 217p.
- Spier, H. Biederbick, C. 1980. Árboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región Interandina del Ecuador. Quito. CAAP (Centro Andino de Acción Popular). 192p.
- Portal Agrario. 2005. Agroforestería. Consultado 23 ago. 2005. Disponible en: http://www.portalagrario.gob.pe/rrnn/rrnn_f_agro.shtml
- Natural club, 2006, Tecoma stans, disponible: http://gruponaturalclub.com/ingles/Images/agrusan02.jpg&imgrefurl=http://gruponaturalclub.com/ingles/b_informacionagrusana.html&usq=sJSL7iMDF9i5agbf9sGXqh6M-zs=&h=289&w=260&sz=30&hl=es&start=11&itbs=1&tbnid=7poSu49pYbIT-M:&tbnh=115&tbnw=103&prev=/images%3Fq%3DCHOL%25C3%2581N%26hl%3Des%26gbv%3D2%26tbs%3Disch:1
- LA FORESTACIÓN EN EL ECUADOR, consultado 01 de julio del 2010. Disponible: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88774.pdf>
- Agricultura, Kalipedia, grupo Santillana, prinsa, consultado el 01 de julio del 2010, disponible en: www.kalipedia.com/geografia-ecuador/tema/agricultura.html?x=20080801klpgeogec_33.kes
- PRONAREG. Mapa de Aptitud y Uso del Suelo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 1983.
- INEFAN-ITTO PD 25/93. Principales Estadísticas Forestales del Ecuador. Dirección General de Planificación. Quito, Ecuador. 1993.

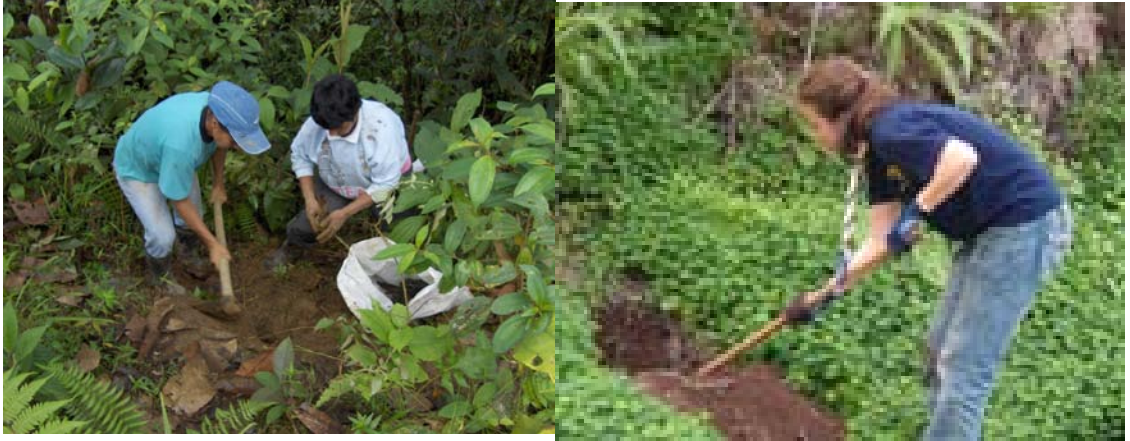
- Plan de manejo forestal, plataforma ASOCAM, actualizado el 25 de junio del 2010, disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1JNuLCddAqIJ:www.asocam.org/portales.shtml%3Fapc%3DQ---Recurso9967Gesti%25F3n%2520Social%2520EFAs9964xx-xx1-%26x%3D16881%26m%3DRecurso+PLAN+DE+MANEJO+FORESTAL&cd=7&hl=es&ct=clnk&gl=ec>.
- Manual para el manejo forestal en fincas, Servicio forestal amazónico (SFA), servicio de asistencia técnica para el manejo de los recursos forestales, Macas-Ecuador, 2004, disponible en: <http://www.sfa-ecuador.com/Assets/Manual.pdf>.
- Valdés, M., A.C. Rodrigo; M.A. Leyva; A.D. Camacho. PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO EN VIVERO DE Casuarina equisetifolia POR MICROORGANISMOS SIMBIONTES. Chapingo.
- Autoridad del Canal de Panamá ACP, División de Administración Ambiental Sección de Manejo de Cuenca, Manual de Reforestación Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, Volumen 1, Noviembre de 2006. Disponible en: <http://www.pancanal.com/esp/cuenca/manual-de-reforestacion.pdf>
- John Beer, V Ernesto Méndez, III. Jorge Faustino; Plantación de árboles en línea; Bib. Orton IICA / CATIE, 1998 - 117 páginas, disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=2RVdePBixEYC&pg=PA75&lpg=PA75&>

[dq=fracasos+en+reforestaciones&source=bl&ots=mFPS_y_D3_&sig=tTLelxWA4fauvsRGBnyMJ4FbpOA&hl=es&ei=ERFpTM- YEYG0IQeMp_2fBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CC EQ6AEwAw#v=onepage&q=fracasos%20en%20reforestaciones&f=false](https://www.google.com/search?q=fracasos+en+reforestaciones&source=bl&ots=mFPS_y_D3_&sig=tTLelxWA4fauvsRGBnyMJ4FbpOA&hl=es&ei=ERFpTM- YEYG0IQeMp_2fBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CC EQ6AEwAw#v=onepage&q=fracasos%20en%20reforestaciones&f=false)

- Dr. Morales J., El eucalipto una especie polémica, Universidad Iberoamericana, publicación Núm. 22, noviembre 2007, Mexico, disponible en: <http://www.uia.mx/web/files/22kiwanja%20.pdf>

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de hoyos



Anexo 2. Transporte de las plantas al lugar de plantación



Anexo 3. Forestación, plantaje y apisonado.

