

# Metodología para la estimación de carbono en plantaciones jóvenes en el Ecuador

Luis Fernando Jara N.

Gerente PROFAFOR S.A., Quito, Ecuador

## RESUMEN

PROFAFOR S.A. inició sus actividades en el año 1993 con el propósito de cooperar al establecimiento de plantaciones forestales en el Ecuador para absorber y fijar carbono de la atmósfera y de esta manera contribuir a la descontaminación de la atmósfera. A la fecha ha apoyado el establecimiento de cerca de 25.000 ha esfuerzo que ha sido orientado a propietarios privados y comunidades indígenas, en la sierra y la costa ecuatoriana

Una de las actividades que el programa se ha propuesto como meta es la certificación tanto de la cantidad de carbono secuestrado por las plantaciones como del manejo adecuado de las mismas según principios y criterios del FSC (Forest Stewardship Council). Por lo anterior, ha diseñado e implementado una metodología para la estimación de la cantidad de carbono fijado por la plantación y por la regeneración natural dentro de ella. Esta consiste en el establecimiento de parcelas permanentes de 25 x 20 m en todas aquellas plantaciones mayores a 25 ha de superficie y de 4 años de edad. Se toma información general del sitio, masa arbórea de la plantación (tallos, ramas y hojas) y masa no arbórea de la plantación (arbustos, hierbas, hojarasca) mantillo y suelo. El componente subterráneo (raíces) se calculó mediante la relación biomasa aérea/biomasa subterránea según Nabuurs & Mohren 1.995. Para el carbono del suelo se calcula con base en la cantidad de materia orgánica contenida en los primeros 10 cm de profundidad mediante la metodología de Nabuurs & Mohren 1.993.

## Introducción

El Programa FACE de Forestación, PROFAFOR del Ecuador S.A., es una empresa privada ecuatoriana, sin fines de lucro, creada, apoyada y financiada desde 1.993 por la fundación holandesa FACE (Forests Absorbing Carbon Dioxide Emission), cuyo objetivo principal es absorber CO<sub>2</sub> de la atmósfera mediante el establecimiento de plantaciones forestales contribuyendo así, a la descontaminación atmosférica.

Las actividades de PROFAFOR se han desarrollado básicamente en tierras de comunidades campesinas y propietarios particulares de la zona andina del Ecuador, localizadas en las provincias de Carchi, Bolívar, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. En los primeros años se utilizaron las especies *Pinus radiata*, *P. patula* y *Cupressus lusitanica* principalmente, pues existían limitaciones tecnológicas para utilizar las especies propias de las zonas altas. Recientemente, se abrió otro sector de trabajo en la costa, específicamente en el área de amortiguamiento de la reserva natural forestal Mache- Chindul, en el Sur de Esmeraldas y Norte de Manabí para establecer plantaciones con especies propias de la región, en forma monoespecífica o multiespecífica. Este trabajo fomentará la recuperación de bosques degradados mediante el enriquecimiento o inducción de la regeneración natural, lo que permitirá aumentar los rendimientos en biomasa y por consiguiente, en absorción y secuestro de carbono, debido al rápido crecimiento de las especies. De ésta manera, se pretende implementar el uso sostenido de los ecosistemas

manejados, apoyando la conservación de la biodiversidad y manteniendo un "stock" de carbono a largo plazo (99 años).

Actualmente, PROFAFOR está orientando sus esfuerzos hacia el establecimiento de plantaciones con especies nativas; en la sierra se utiliza las especies: quishuar (*Buddleja incana*), colle (*B. coreacea*) yagual (*Polylepis incana* y *P. reticulata*), sacha capulí (*Vallea stipularis*) y jiguaron (*Aegiphylia ferruginea*). En la costa: guayacán (*Tabebuia chrisanta*), amarillo (*Centrolobium platinense*), guachapelí (*Albizia guachapele*), fernán sánchez (*Triplaris americana*), tangaré (*Carapa guianensis*), coco (*Virola dixonii*), laurel (*Cordia alliodora*) y cutanga (*Parkia multijuga*), entre las principales.

Desde 1.994 hasta la fecha, PROFAFOR ha suscrito 140 contratos de forestación en áreas comprendidas entre los 2.500 y 3.700 msnm en la sierra, cuyo uso inicial comprende pajonales que han sido afectados durante los últimos 20 años a pastoreo extensivo y quemas periódicas. En la costa se ha dado prioridad a la utilización de pastizales abandonados o improductivos y en segundo plano a los rastrojos bajos. Estas áreas abarcan cerca de 25.000 ha de plantaciones forestales, de las cuales el 35 % (8.000 ha) se han suscrito con comunidades indígenas de la sierra y el restante 65 % (18.000 ha) con propietarios particulares (pequeños, medianos y grandes). Esto arroja un área promedio por beneficiario de 180 ha. El período de duración de cada contrato es de 99 años, lo que permite aplicar el criterio de sostenibilidad,

tanto desde el punto de vista social, económico como ambiental.

Los criterios para la selección de proyectos se basan en tres principios: **adicionalidad**, es decir, que el proyecto de reforestación esté incrementando efectivamente la cantidad de carbono al ecosistema desde su inicio hasta su conclusión; **sostenibilidad**, mediante un adecuado manejo, el propietario pueda utilizar los productos del bosque en forma continua, asegurándole ingresos sin detrimento de los recursos y manteniendo el carbono fijado a largo plazo; **costo-eficiencia**, el proyecto debe ser económicamente atractivo al beneficiario y a PROFAFOR como también eficiente en cuanto a su desarrollo, crecimiento y capacidad de absorción y fijación de carbono.

PROFAFOR inició el proceso de certificación con la verificadora SGS (Société Generale de Surveillance, Product & Process Certification) para ser considerado como Proyecto de Verificación y Certificación de Gases de Efecto Invernadero y obtener el certificado sobre un Programa de Unidades de Reducción de Emisiones proyectadas de la cantidad de carbono fijado y almacenado por las plantaciones que ha apoyado. Como consecuencia, fue necesario implementar un programa de monitoreo permanente que garantizara a los certificadores sobre la cantidad de carbono estimada mediante otros modelos utilizados para este fin. Este proceso que se inició en 1.999, tardó dos años y a partir de enero del 2.001, PROFAFOR/FACE cuenta con certificados expedidos por la SGS por el orden de 2,49 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para un período de 99 años.

El presente trabajo tiene por objetivo describir la metodología diseñada e implementada por PROFAFOR para calcular la cantidad de carbono absorbido y fijado por las primeras plantaciones establecidas entre 1.994 y 1.998.

## Metodología

### Características de las plantaciones forestales

Para este trabajo se consideraron las plantaciones establecidas por PROFAFOR a partir de 1.994 hasta finales de 1.999. Hasta esa fecha se tenían suscritos 121 contratos de forestación que cubrían un área de 16.307 ha en la sierra ecuatoriana. En el Cuadro 1 se puede observar la distribución del área por especies, siendo la de mayor porción la especie *Pinus patula* con 54,8 % del área total seguido por el *P. radiata* con 33,2 %. El remanente 12 % los compone principalmente *Eucalyptus globulos*, *E. saligna*, *Cupressus macrocarpa* y *Buddleja incana*.

Las plantaciones realizadas con especies locales como el quichuar (*B.*

objeto del estudio se encuentran ubicadas sobre la sierra ecuatoriana en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja.

El rango altitudinal en que varía los sitios de las plantaciones está entre 2.450 y 3.750 msnm, estando las plantaciones más bajas en la provincia de Imbabura y las más altas en Chimborazo. La temperatura media anual varía entre los 6 y 16 ° C y las precipitaciones entre los 800 y 2.200 mm promedio anual. Los suelos en general son profundos, con buen drenaje en la mayoría del área y en general derivados de cenizas volcánicas, las cuales son más recientes hacia el norte de la ciudad de Cuenca y más viejas hacia el sur de la ciudad. En algunos sitios, debido al sobre pastoreo y prácticas no apropiadas, los suelos han sido degradados y

**Cuadro1.- Superficie y especies plantadas por PROFAFOR entre 1.994 y 1.998**

Especie	Area (ha)	Porcentaje (%)	Más de 2 años	Porcentaje (%)
<i>Pinus patula</i>	8.945	54,8	5.123	59,3
<i>Pinus radiata</i>	5.423	33,2	3.022	35,0
<i>Eucalyptus globulos</i>	1.232	7,6	357	4,2
<i>Buddleja incana</i>	479	2,9	0	0
<i>Eucalyptus saligna</i>	166	1,0	100	1,2
<i>Cupressus macrocarpa</i>	60	0,4	30	0,3
Otras	2	0,0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>16.307</b>	<b>100,0</b>	<b>8.632</b>	<b>100,0</b>

*incana*) fueron establecidas durante los últimos dos años, por lo cual no se consideró para efectos del cálculo de carbono. Solamente se tomaron en cuenta aquellas plantaciones mayores a cuatro años de edad, dando como resultado de esta selección un área 8.632 ha que corresponde a aproximadamente a un 53 % del área total plantada (Cuadro 1).

La descripción de la localización geográfica y administrativa, nombre del beneficiario, área plantada, altitud y especies utilizadas se encuentra en el Anexo 1. Todas las plantaciones

presentan una capa superficial endurecida (cangahua).

### Parcelas de muestreo

Como segundo criterio para la selección de plantaciones, se decidió hacer un muestreo solamente aquellas con superficie superior a 25 ha. Para proceder a definir el número de parcelas por plantación, se tuvo en cuenta los rangos indicados en Cuadro 2.:

Con base en la lista de los proyectos existentes, se realizaron muestreos sobre un total de 42

**Cuadro 2.**

Rango de tamaño de plantación (ha)	Núm. de parcelas muestreo
25 – 70	1
71 – 200	2
201 – 500	3
501 – 1500	4
más de 1500	5

plantaciones (22 de *P. patula*, 21 de *P. radiata*, 8 de *Eucalyptus spp.* y 1 de *Cupressus spp.*), y se establecieron un total de 92 parcelas distribuidas así: 42 de *P. patula* (45,6 %), 37 de *P. radiata* (40,2 %), 12 de *Eucalyptus spp.* (13,0 %) y el resto en *Cupressus spp.* Esto en términos generales representa un 0,5 % de intensidad de muestreo. Para la distribución de las parcelas en el terreno, se realizó un reconocimiento previo e información de gabinete y se procuró abarcar todo el rango de variabilidad, tanto en fisiografía como en tamaño y desarrollo de la plantación. En terrenos con baja variación, las parcelas fueron ubicadas al azar.

La forma y tamaño de las parcelas de muestreo fue de 20 x 25 m para un total de 500 m<sup>2</sup>. Dado que la mayoría de plantaciones de PROFAFOR fue establecida a una distancia de 3 x 3 m (1.100 arb/ha), cada parcela contenía entre 50 y 60 árboles.

### Registro de información

Se tomó información general sobre la plantación, como es localización geográfica y política-administrativa, altitud, superficie, especies, edad, nombre del propietario, la cual aparece en el Anexo 1. Se diseñaron formularios de campo para las características generales de la parcela y para la descripción general del sotobosque basada en su fisonomía, altura, grado de cobertura y géneros dominantes. Para lo anterior se tuvo en cuenta otras investigaciones

realizadas por Copas, Groenendijk & Hofstede (1.997) en plantaciones de pinos, Fehse et al. (1.999) para determinar biomasa y carbono de bosques naturales en zona alta del Ecuador y Tonneijck (1.998) en páramos herbáceos, todos citados por Hofstede y Aguirre 1.999. Todos estos trabajos fueron ejecutados dentro de las actividades del Proyecto de Investigaciones en Páramos y Bosques Andinos (ECOPAR). Para la determinación de carbono se basó en la metodología en Nabuurs & Mohren (1.995) y de Fehse et al. (1.999).

Algunas plantaciones presentaron alta variación en desarrollo general para lo cual se procedió a estratificarlas y de cada estrato o sección se midió su área, altura promedio de los árboles y sobrevivencia.

La toma de las mediciones en cada parcela se dividió en los siguientes estratos y componentes (Cuadro 3)

Las ramas, ramillas y las hojas o acículas de los árboles a muestrear se

tomaron como un solo componente debido a su pequeño tamaño (0,5 a 5,0 m). El componente raíces fue obtenido con base en las relaciones entre biomasa aérea y biomasa subterránea reportada por Nabuurs & Mohren 1.995, que se describirá posteriormente. Los componentes 4 (arbustos), 5 (hierbas) y 6 (hojarasca y mantillo) fueron colectados y analizados conjuntamente, debido a la dificultad para separarlos, pues en la mayoría de las plantaciones el sotobosque consistía en pajonal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se definió como línea base el total de la cantidad de carbono contenido en los componentes 4, 5, 6 y 7; es decir, que correspondió a la situación sin la implementación del programa de reforestación. Lo correspondiente al aporte de carbono al sistema por las plantaciones lo representa los componentes 1, 2 y 3.

### Mediciones de componentes

En cada parcela de muestreo se determinó la sobrevivencia mediante el conteo total de árboles vivos y relacionando al total de los árboles plantados inicialmente. A cada uno de los árboles se le midió la altura total con vara calibrada al cm. Cuando su tamaño lo permitió se midió el diámetro a la altura de pecho (DAP) con forcípula graduada a 0,1 cm. Para

**Cuadro 3**

Estrato	Tipo de estrato	Componente
Arbóreo de plantación	Biótico(vivo)	Fuste
Arbóreo de plantación	Biótico(vivo)	Copa (ramas + hojas)
Arbóreo de plantación	Biótico(vivo)	Raíces (estimado)
No arboreo de plantación	Biótico(vivo)	Arbustos
No arbóreo de plantación (mono y dicotiledóneas)	Biótico(vivo)	Hierbas
No arbóreo de plantación	Abiótico(muerto)	Hojarasca y mantillo
No arbóreo de plantación	Abiótico(inerte)	Suelo

árboles de menos de 2 m se midió su diámetro basal (a ras del suelo) y apical. Para todos los árboles se midió la proyección vertical del diámetro máximo de la copa con cinta métrica con aproximación al cm.

De cada una de las parcelas se extrajo un árbol, al cual se le separó el fuste o tallo de las ramas, ramillas y hojas o acículas. Para obtener una representatividad de diferentes tamaños de árboles para el cálculo de volumen, biomasa y carbono, los árboles se tomaron de diferentes tamaños partiendo de los más grandes hasta los más pequeños en cada plantación.

**Componente fuste:** de cada árbol extraído, se midió la altura total con vara graduada (0,1 m) y diámetro basal, a la altura del pecho y ápice con forcípula (0,1 cm). Se procedió a pesar el fuste en balanza graduada con aproximación a 0,1 kg. En algunos casos fue necesario proceder al fraccionamiento del fuste para permitir un peso más preciso. Se tomaron tres muestras de 15 cm de longitud del ápice, de la parte media y de la base del fuste, se pesaron con balanza graduada (0,1 kg) y se llevaron al Laboratorio de Suelos del SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria) en Tumbaco, Quito. Allí se secaron las muestras al horno a una temperatura de 104°C hasta obtener peso anhidro y deducir la relación peso seco/peso húmedo.

#### **Componente copa (ramas + hojas/acículas)**

Se midió la altura total y proyección de diámetro máximo de copa con vara y cinta métrica graduada (0,1 cm) respectivamente. Se pesó el total de la copa con balanza graduada (0,1 kg), procediendo a segmentar las ramas gruesas. Se tomó una muestra de ramas y de acículas de aproximadamente 1,0 kg cada una en bolsas plásticas, se pesaron con balanza graduada (0,1 kg) y se llevaron al laboratorio para determinar peso seco. Para ello se secaron al horno a 104 °C ras hasta obtener peso seco y determinar relación peso húmedo/peso seco.

#### **Componente raíz:**

para calcular la biomasa de la porción subterránea de los árboles, se utilizó las relaciones entre biomasa aérea y subterránea reportadas por Nabuurs & Mohren 1995, y resumida de la siguiente manera:

Especie	Edad (años)	Relación (bs/ba)
<i>Pinus radiata</i>	5	0,16
<i>Eucalyptus spp.</i>	5	0,15
<i>Cupressus macrocarpa</i>	5	0,16

#### **Componente arbustos + hierbas + mantillo**

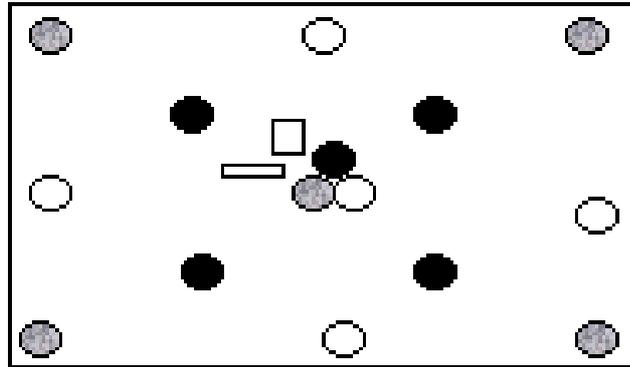
En cada parcela se ubicó una subparcela de 1,0 m<sup>2</sup> para registrar todos los individuos de herbáceas mono y dicotiledóneas, arbustos y hojarasca o mantillo. Se recolectó toda la vegetación de la subparcela (aérea y necromasa a ras del suelo) y se pesó en

balanza graduada (0,1 kg). Posteriormente se tomó una muestra mezclada de los subcomponentes de aproximadamente 1,0 kg en bolsas plásticas y se llevó al laboratorio para determinar peso seco.

#### **Componente suelo**

En cada parcela se levantó un perfil del suelo, describiendo cada uno de sus horizontes (profundidad, textura, color, estructura, drenaje). La profundidad del horizonte orgánico A fue estimada con base en los cambios de coloración de los suelos. Se recolectaron cinco muestras de suelo así: de 0 a 10 cm de profundidad tres muestras, de 10 a 25 cm una muestra y de 25 a 50 cm una muestra. Se tomaron muestras de 500 g de suelo y se llevaron al Laboratorio del SESA. Allí se realizaron análisis químico de materia orgánica, nitrógeno, potasio, fósforo y pH, y físico de contenido de humedad y densidad. El contenido de

carbono fue determinado en el Laboratorio por el método de Walkley-Black. La toma de las muestras de suelo para laboratorio fue producto de un muestreo más intenso como se indica en el siguiente esquema:



- Puntos de Muestreo superficial (0-10 cm profundidad).
- Puntos de Muestreo superficial (0-10 cm profundidad).
- Puntos de Muestreo superficial (0-10 cm profundidad).
- Punto de Muestreo intermedio (10-25 cm profundidad).
- Punto de Muestreo profundo (25-50 cm profundidad).

### Cálculos de volumen, biomasa y carbono

#### Componente fuste

En primera instancia se calculó el volumen de cada árbol mediante fórmulas convencionales:

$$V = 0.785 * DAP^2 * AT * FF$$

V: Volumen total de cada árbol (m<sup>3</sup>)

DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm)

AT: Altura total del árbol (m)

FF: Factor forma

El factor forma se obtuvo mediante la relación obtenida entre el volumen real del árbol y el de un cilindro perfecto, teniendo como base las mediciones obtenidas de diámetro basal y en el ápice de cada árbol extraído. Seguidamente se

establecieron las relaciones de peso húmedo/peso seco para así determinar el contenido de biomasa del fuste de cada uno de los árboles mediante la utilización de regresiones simples con los siguientes resultados:

Especie	Ecuación ph/ps	r <sup>2</sup>	Probabilidad (%)
<i>Pinus patula</i>	y = 0.378 x	0,96	p > 0.05
<i>Pinus radiata</i>	y = 0.363 x	0,93	p > 0.05
<i>Eucalyptus spp.</i>	y = 0.593 x	0.96	p > 0.05
<i>Cupressus spp</i>	y = 0.461 x	0,97	p > 0.05

Seguidamente para calcular el contenido de carbono del fuste de cada árbol, se utilizó el factor 0,5 como constante (Nabuurs & Mohren 1995).

#### Componente copa (ramas + hojas/acículas)

Mediante un análisis profundo considerando los parámetros medidos y diferentes herramientas estadísticas se llegó a obtener un modelo que puede calcular la biomasa total de la copa en función del diámetro máximo

de su copa, tomando en cuenta a la copa del árbol como un elipsoide. Como resultado de éste análisis se tuvo lo siguiente:

#### Componente raíces

Para el cálculo de la biomasa se tuvo como base las relaciones de biomasa subterránea/biomasa aérea

Especie	Relación (dc/ps)	r <sup>2</sup>	Rango tamaño copa
<i>Pinus patula</i>	$y = 0.014^{4.672x}$	0,63	0 a 1,0 m
<i>Pinus patula</i>	$y = 1.03x - 0.04$	0,78	1,0 – 2,0 m
<i>Pinus radiata</i>	$y = 0.042^{2.442x}$	0,69	< 2,0 m
<i>Pinus radiata</i>	$y = 7.91x - 10.55$	0,89	> 2,0 m

reportado por Nabuurs & Mohren 1.995, descrita anteriormente. Para el cálculo del carbono se multiplicó la biomasa por el factor 0,5 utilizado por el mismo autor.

#### Componente arbustos + hierbas + mantillo

Los tres subcomponentes se sumaron en un solo valor para efectos de los cálculos de biomasa. Se aplicó también el factor constante de 0,5 para el cálculo de carbono y los resultados se extrapolaron a hectárea.

#### Componente suelo

Para determinar el contenido de carbono en el suelo, se aplicó un factor de 0,58 de la materia orgánica del suelo. Solamente se estimó el carbono para los primeros 10 cm de profundidad, pues la mayoría de las muestras fueron tomadas de este segmento y además, resulta la más relevante para evaluar la dinámica futura de la variación de carbón en las plantaciones forestales.

#### RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

En la elaboración de la metodología descrita en el presente trabajo, participaron las siguientes personas: Dr. Iginio Emmer e Ing. Onno Heerma van Voss de Face, Holanda; Dr. Jan Sevink de la Universidad de Amsterdam, Holanda; Dr. Robert Hofstede e Ing. Nicolay Aguirre del Proyecto ECOPAR, Ecuador; Ing. Aníbal Paspuel y M.Sc. Luis F. Jara de PROFAFOR, Ecuador.

Se agradece mucho la colaboración en la recolección de información y registro de campo a los Ings. Nicolay Aguirre, Onno Heerma van Voss, Aníbal Paspuel y Galo Ordóñez. En la ordenación de la información, análisis y elaboración del reporte interno a los Biólogos Patricio Yañez y Pool Segarra. También especial agradecimiento a los propietarios de las plantaciones donde se establecieron las parcelas y demás personal administrativo y operario que contribuyó para que la metodología fuera validada y aplicada.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Coppus, R., Groenendijk, J., Hofstede, R. 1997. Impacto de plantaciones de *Pinus* sobre el suelo y la vegetación en los andes del Ecuador. Presentación y ordenación de datos básicos. Proyecto ECOPAR. Amsterdam, Netherlands. (Informe interno).
- Fehse, J., Aguirre, N., Paladines, C., Hofstede, R., Sevink, J. 1999. La productividad de cuatro bosques secundarios en la sierra del Ecuador. ECOPAR, Quito, Ecuador. 41 p.
- Fehse, J., Aguirre, N., Paladines, C., de Nie, D., Hofstede, R., Sevink, J. 1998. Caracterización de los bosques naturales de la Sierra del Ecuador con los mapas de los bosques andinos. Proyecto ECOPAR, Quito, Ecuador. 43 p + mapas.
- Hofstede, R. 1997. El impacto ambiental de plantaciones de *Pinus*

en la sierra del Ecuador. Resultados de una investigación comparativa. Proyecto ECOPAR. Quito, Ecuador. 54 p.

- Hofstede, R. y Aguirre, N. 1999. Biomasa y dinámica de carbono en relación con las actividades forestales en la sierra del Ecuador. *En:* Medina, G., y Mena, P., (Eds.). 1999. El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1. GTP/Abya Yala. Quito, Ecuador. p: 29-52.
- Medina, G., y Mena, P., (Eds.). 1999. El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1. GTP/Abya Yala. Quito, Ecuador. 62 p.
- Nabuurs, G.J. y Mohren, G.M. 1993. Carbon fixation through forestation activities. Wageningen: Institute for Forestry and Natural Research; IBN Reserach Report: 93,4.
- Nabuurs, G.J. y Mohren, G.M. 1995. Modelling analysis of potential carbon sequestration in selected forest types. Canadian Journal of Forest Research 25: p:1157-1172.
- PROFAFOR (Programa Face de Forestación del Ecuador S.A.). 1999. Informe anual de actividades. PROFAFOR. Quito, Ecuador. 15 p.

ANEXO 1**CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PLANTACIONES CONSIDERADAS EN EL PRESENTE TRABAJO**

Plantación	No. Parcelas (25 x 20 m)	Propietario	Provincia	Cantón	Parroquia	Coordenadas	Altitud (msnm)	Inicio de plantación	Especie(s)	Superf. Plantada (há)	Tipo Tenencia
1	4	Yanasacha	Azuay	Cuenca	Nero		3,600	1994-1995	<i>Pinus patula</i>	1642	Privado
002	2	Comuna Lumbisí	Pichincha	Quito	Cumbayá	Lat: 00° 13' 33" S Long: 78° 28' 05" W	2,760	01/02/94	<i>Eucalyptus globulus</i>	80	Comunal
008	3	Patricio Aguilar	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Lat: 00° 50' 04" S Long: 78° 30' 23" W	3,400	01/10/94	<i>Pinus radiata</i>	200	Privado
011	2	Marco Romero	Pichincha	Cayambe	Ascázubi	Lat: 00° 04' 35" S Long: 78° 15' 36" W	3,050	01/10/94	<i>Eucalyptus globulus</i>	20	Privado
012	2	Victor Jimenez	Pichincha	Cayambe	Otón	Lat: 00° 01' 43" S Long: 78° 14' 50" W	2,980	01/10/94	<i>Eucalyptus globulus</i>	42	Privado
013	3	Hernán Herrera	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Lat: 00° 48' 00" S Long: 79° 27' 30" W	3,400	01/10/94	<i>Pinus radiata</i>	300	Privado
018	2	Ricardo Izurieta	Cotopaxi	Pujilí	Matriz	Lat: 01° 02' 30" S Long: 78° 44' 38" W	3,500	01/05/95	<i>Pinus radiata</i>	100	Privado
031	2	Asoc. Totoracocha	Azuay	Cuenca	Tarqui	Lat: 03° 00' 35" S Long: 79° 07' 50" W	3,240	01/10/94	<i>Pinus patula</i>	200	Comunal
032	3	Comuna Guambusari	Loja	Saraguro	Manú	Lat: 03° 36' 02" S Long: 79 27' 02" W	3,350	01/10/95	<i>Pinus patula</i>	300	Comunal
033	3	Jorge Guillén	Azuay	Nabón	Cochapata	Lat: 03° 26' 20" S Long: 79 03' 33" W	3,040	01/03/95	<i>Pinus patula</i>	300	Privado
034	2	Germán Torres	Cañar	Azogues	Guapán	Lat: 02° 40' 04" S Long: 78° 55' 40" W	3,500	01/02/95	<i>Pinus patula</i>	150	Privado
041	2	Alfredo Jarrín Acosta	Pichincha	Cayambe	Ayora	Lat: 00° 07' 34" N Long: 78° 10' 23" W	3,300	01/10/95	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i>	35.5 35.5	Privado
043	2	José Gordón Castro	Pichincha	Cayambe	Ascázubi	Lat: 00° 04' 38" S Long: 78° 15' 20" N	3,300	01/10/95	<i>Pinus patula</i> <i>Cupressus macrocarpa</i>	30 30	Privado
044	2	Lucrecia Tinoco de C.	Azuay	Cuenca	Tarqui	Lat: 03° 00' 39" S Long: 79° 09' 18" W	3,410	01/10/95	<i>Pinus patula</i>	260	Privado

047	1	César A. Ordoñez	Azuay	Nabón	Nabón	Lat: 03° 20' 55" S Long: 78° 58' 28" W	3,250	01/01/96	<i>Pinus patula</i>	39	Privado
053	1	Juan Vásconez	Pichincha	Cayambe	Juan Montalvo	Lat: 00° 01' 26" S Long: 78° 06' 14" W	3,220	01/01/95	<i>Eucalyptus globulus</i>	39	Privado
058	2	Com. Bahin Turucachi	Loja	Saraguro	Urdaneta	Lat: 03° 34' 35" S Long: 79° 09' 13" W	3,080	01/10/95	<i>Pinus patula</i>	300	Comunal
061	1	Simón Bustamante	Pichincha	Quito	Pifo	Lat: 00° 15' 52" S Long: 78° 18' 14" W	2,880	01/01/95	<i>Eucalyptus globulus</i>	100	Privado
062	4	Fernando Eastman	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Lat: 00° 48' 38" S Long: 78° 26' 49" W	3,550	01/10/95	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i>	100 100	Privado
069	2	Asoc. San Juan Yanahurco	Pichincha	Cayambe	Olmedo	Lat: 00° 06' 42" N	3,400	01/11/95	<i>Pinus patula</i>	50	Comunal
071	2	Javier Garcés García	Pichincha	Pedro Moncayo	Tabacundo	Lat: 00° 04' 26" N Long: 78° 14' 21" W	3,200	01/09/95	<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Pinus radiata</i>	42 42	Privado
075	2	Ivan Christiansen	Carchi	Mira	Mira	Lat: 00° 44' 04" N Long: 78° 03' 55" W	3,500	01/09/95	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i>	100 100	Privado
088	1	Mariano Armijos Tituana	Loja	Saraguro	Manú	Lat: 03° 31' 21" S Long: 79° 27' 02" W	3,200	01/01/96	<i>Pinus patula</i>	29	Privado
090	2	Luis G. Vásquez Iñiguez	Azuay	Cuenca	Chiquintad	Lat: 02° 45' 47" S Long: 79° 01' 13" W	3,200	01/01/96	<i>Pinus patula</i>	100	Privado
094	2	Luis Calderón	Pichincha	Quito	Chillo Gallo	Lat: 00° 19' 31" S Long: 78° 37' 18" W	3,550	01/11/95	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i>	47 47	Privado
096	4	Cooperativa Galte Laime	Chimborazo	Guamote	Palmira	Lat: 02° 00' 53" S Long: 78° 44' 14" W	3,400	01/10/96	<i>Pinus patula</i> <i>Pinus radiata</i>	300 300	Comunal
097	2	Roberto Amador Yarad	Imbabura	Urcuqui	San Blas	Lat: 00° 24' 20" N Long: 78° 12' 08" W	2,496	01/10/96	<i>Eucalyptus saligna</i>	100	Privado
099	2	Colonia Espejo	Carchi	Espejo	La Libertad	Lat: 00° 44' 48" N Long: 78° 01' 51" W	3,450	01/07/96	<i>Pinus radiata</i>	270	Comunal
104	2	Comuna Calpaqui	Imbabura	Otavaló	Eugenio Espejo	Lat: 00° 09' 32" N Long: 78° 16' 31" W	3,200	01/01/96	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus patula</i>	60 60	Comunal
105	2	Comuna Chuchuqui	Imbabura	Otavaló	Eugenio Espejo	Lat: 00° 10' 59" N Long: 78° 15' 00" W	3,100	01/01/96	<i>Pinus patula</i>	111	Comunal
107	2	Com. Guarguallag-Chico	Chimborazo	Guamote	Cebadas	Lat: 02° 01' 41" S	3,670	01/09/96	<i>Pinus radiata</i>	300	Comunal

						Long:78° 33' 13" W					
108	2	Asoc. Caseiche Arenal	Bolivar	Guaranda	Veintimilla	Lat: 01° 33' 39" S Long:78° 55' 39" W	3,700	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	100	Comunal
109	2	Com. Galte Jatun Loma	Chimborazo	Guamote	Palmira	Lat: 02° 01' 41" S Long:78° 49' 45" W	3,700	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	200	Comunal
117	2	Comunidad Totoras	Chimborazo	Alausí	Achupallas	Lat: 02° 12' 47" S Long:78° 38' 52" W	3,700	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	200	Comunal
120	3	Luis E. González R.	Loja	Saraguro	Urdaneta	Lat: 03° 35' 19" S Long:79° 07' 03" W	3,200	01/06/96	<i>Pinus patula</i>	300	Privado
122	3	Eduardo Villaquirán	Pichincha	Cayambe	Olmedo	Lat: 00° 10' 35" N Long:78° 07' 03" W	3,250	01/10/96	<i>Pinus radiata</i> <i>Eucalyptus globulus</i>	66.6 33.3	Privado
126	2	Amparo Valdivieso	Cotopaxi	Salcedo	Cusubamba	Lat: 01° 05' 20" S Long:78° 44' 30" W	3,250	01/09/96	<i>Pinus radiata</i>	100	Privado
127	2	Hugo Gonzalo Pichucho	Cotopaxi	Latacunga	Alaquez	Lat: 00° 47' 54" S Long:78° 28' 20" W	3,550	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	250	Privado
130	1	Hermanos Cacuango	Bolivar	Guaranda	Veintimilla	Lat: 01° 19' 33" S Long: 78° 54' 06" W	3,600	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	50	Privado
132	3	Comuna Bahin Turucachi	Loja	Saraguro	Urdaneta	Lat: 03° 35' 00" S Long: 79° 05' 00" W	3,250	01/08/96	<i>Pinus patula</i>	600	Comunal
134	2	Sres. Jaime Bravo y Manuel Jimenez	Loja	Loja	Yangana	Lat: 04° 22' 26" S Long: 79° 18' 00" W	2,980	01/10/96	<i>Pinus patula</i>	70	Privado
135	2	Comuna Salamalag Chico	Cotopaxi	Pujilí	Guangaje	Lat: 00° 50' 20" S Long: 78° 48' 39" W	3,700	01/10/96	<i>Pinus radiata</i>	150	Comunal