



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TEMA:

IDENTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus radiata* D. Don, EN EL CANTÓN IBARRA, PARROQUIA ANGOCHAGUA, SECTOR HACIENDA LA MERCED

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniera Forestal

AUTORAS

Pantoja Cevallos Livia Maribel
Vallejo Alban Elizabeth Yadira

DIRECTOR:

Ing. For. Roberto Sánchez Guerrero MSc.

Ibarra – Ecuador

2013

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Pantoja Cevallos

NOMBRES: Livia Maribel

C. CIUDADANIA: 100275783-7

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELEFONO CELULAR: 0981417094

Correo electrónico: livipantoja@hotmail.com

DIRECCIÓN:

Imbabura, Ibarra, El Sagrario, Manuel Zambrano 1-30 / La Victoria

AÑO: 2013

DATOS DE LA EMPRESA DONDE TRABAJA.

Ministerio del Ambiente, Madrid y Anda Lucía, Quito

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Vallejo Alban

NOMBRES: Elizabeth Yadira

C. CIUDADANIA: 100315896-9

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062 600 151

TELEFONO CELULAR: 0986685832

Correo electrónico: yadivallejo@hotmail.com

DIRECCIÓN:

Imbabura, Ibarra, El Sagrario, Juana Atabalipa 683 y Juan Francisco Bonilla / Yacucalle

AÑO: 2013

TABLA DE CONTENIDOS
Formato del Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha:

PANTOJA CEVALLOS, LIVIA MARIBEL; VALLEJO ALBAN, ELIZABETH YADIRA. Identificación de la calidad de sitio en una plantación de *Pinus radiata* D. Don, en el cantón Ibarra, parroquia Angochagua, sector hacienda la merced/TRABAJO DE GRADO. Ingenieras Forestales Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra.

DIRECTOR: *Sánchez Guerrero, Roberto*

La calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal en nuestro caso el pino. El pino es una especie de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años. Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento.

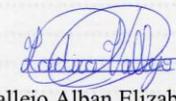
Fecha: 11 de enero del 2013


Ing. For. Roberto Sánchez Guerrero MSc.

f) Director de Tesis


Pantoja Cevallos Livia Maribel

f) Autora


Vallejo Alban Elizabeth Yadira

f) Autora

RESUMEN EJECUTIVO

PROBLEMA

El desarrollo forestal en varios países tropicales, en la última década ha tenido un auge muy importante, especialmente en el establecimiento de plantaciones forestales.

En nuestro país existe limitada información generada acerca de plantaciones forestales, creando un vacío de información de modelos matemáticos, generación de ecuaciones de índices de sitio y otra serie de modelos indicadores del comportamiento de las especies, de acuerdo a los factores ambientales de su entorno.

Debido a la reducida información los productores forestales no han podido establecer adecuadamente las plantaciones de Pino en sitios óptimos para su desarrollo tanto en calidad como en productividad.

En la provincia de Imbabura, específicamente en la parroquia Angochagua, sector La Merced, el establecimiento de las plantaciones forestales existentes se han realizado sin un previo estudio o análisis de los requerimientos climáticos y edáficos de cada especie como es el caso del pino, razón por la cual dicha especie no alcanza la producción esperada al turno de cosecha.

JUSTIFICACIÓN

La finalidad de esta investigación es identificar aquellos suelos en los que el pino alcanza su máxima productividad, en función de la calidad de sitio

La calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal, como para el presente caso el pino. El pino es una especie forestal de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años. Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento.

Este estudio está dirigido hacia la búsqueda de recomendaciones prácticas para el manejo silvicultural de las plantaciones de pino y otras especies, pretendiendo desarrollar una herramienta que facilite la clasificación de áreas para programas de reforestación y de esta manera orientar mejor los programas existentes como los incentivos, para disminuir fracasos generados a partir de una falta de información en la selección del sitio.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Identificar la calidad de sitio en una plantación de pino, utilizando el método directo, y efectuar un análisis de las variables edáficas, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total.

Objetivos específicos

- Determinar la producción de la plantación de pino.
- Determinar las características físico-químicas del suelo.
- Comparar las diferentes calidades de sitio utilizando el método directo

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente tema de investigación se desarrolló en una plantación de pino de 15 años de edad, ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Angochagua, sector Hacienda La Merced de propiedad del señor Eduardo Villaquirán.

Cuadro : Datos climáticos del área de estudio

Parámetro	Datos climáticos
Zona de vida según Holdrige	Bosque muy húmedo montano (bmhM)
Altitud	3350 msnm
Temperatura máxima anual	30.2°C
Temperatura mínima anual	2.6°C
Temperatura promedio anual	13.19°C
Precipitación media anual	1124,4 – 2000 mm/anales
Dirección del viento	Norte - Sur
Humedad Relativa	70%

Fuente: Termómetro ambiental TESTO. Imbabura 2005

Elaboración: Las autoras

Materiales e instrumentos

Materiales

- Pintura
- Brochas
- Libreta de campo
- Materiales de oficina
- Piola

Instrumentos

- GPS
- Cámara digital
- Hipsómetro
- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Clinómetro
- Computadora
- Calculadora

Metodología

Trabajo de campo

Delimitación del área de estudio

El área de estudio se delimitó mediante el empleo de GPS, y los datos obtenidos se procesaron en el programa ArcGis dentro de una proyección UTM WGS84 zona 17 Sur, determinándose la superficie de la plantación en 62,85Ha.

Ubicación de líneas e instalación de parcelas

Una vez que se determinó espacialmente la plantación se realizó la instalación de las parcelas de muestro mediante la división de las líneas, en dirección norte-sur cada 50m.

Luego de haber dividido el área en líneas se ubicó y delimitó parcelas circulares de 300m² a cada 50m de distancia entre el centro de una parcela con relación a la otra. Para este estudio se establecieron 244 parcelas, las cuales fueron seleccionadas sistemáticamente.

Variables dasométricas

Medición de altura total

En cada parcela se midieron seis árboles dominantes; para la medición de la altura total de cada individuo se utilizó el hipsómetro BlumneLeiss con su respectiva escala.

Medición de diámetro a la altura del pecho (DAP)

La medición del DAP de los seis árboles seleccionados se realizó con la cinta diamétrica con una precisión al centímetro, los diámetros se midieron a la altura del pecho (DAP 1,30m), cada árbol medido fue marcado con pintura roja para evitar repeticiones u omisiones de los individuos que integran la población muestral.

Toma de muestras de suelos

Para la toma de muestras se consideró el porcentaje de área que comprende cada estrato, para cada muestra se recogieron 20 submuestras a una profundidad de 30 cm, con un peso de 456 g de muestra, cada una de estas fueron empacadas y debidamente etiquetadas para ser trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Se realizó un análisis de macronutrientes, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y textura de cada una de las muestras obtenidas de cada estrato.

Trabajo de gabinete

Determinación de la altura (H) promedio por parcela

La altura promedio de cada parcela se la determinó mediante la siguiente fórmula:

$$H_p = \sum H / n$$

Donde

H_p= altura promedio (m)

$\sum h$ =sumatoria de las alturas de la parcela (m)

n= número de árboles en la parcela

Determinación del DAP promedio por parcela

El DAP promedio de cada parcela se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DAP}_p = \sum \text{DAP} / n$$

Donde

DAP_p= DAP promedio (cm)

$\sum \text{DAP}$ = sumatoria de los DAP de cada parcela (cm)

n= número de árboles en la parcela

Determinación del área basal (AB)

El AB de cada parcela se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{AB} = [\pi (\text{DAP})^2] / 4$$

Donde

AB= área basal (m²)

π =3.1416

DAP²= diámetro a la altura del pecho elevado al cuadrado (cm²)

4= constante

Determinación del área basal (AB) promedio por parcela

El AB promedio de cada parcela se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{AB}_p = \sum \text{AB} / n$$

Donde

AB_p= área basal promedio (m²)

$\sum \text{AB}$ = sumatoria de AB (m²)

n= número de árboles en la parcela

Determinación del área basal (AB) por calidad de sitio

El AB de cada estrato se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{AB}_c = \sum \text{AB}_p$$

Donde

ABc= área basal por estrato (m²)

∑ABp= sumatoria de área basal promedio por parcela (m²)

Determinación del área basal (AB) promedio por calidad de sitio

El AB promedio de cada estrato se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Abpc = \frac{\sum ABp}{N}$$

Donde

ABpc=área basal promedio por estrato (m²)

∑ABp= sumatoria de área basal promedio por parcela (m²)

N=número de parcela en cada estrato

Calidad de sitio

La calidad de sitio se determinó de acuerdo a los rangos de altura promedio de los 6 árboles dominantes por parcela. Para la simbología de cada una de las calidades se designó números romanos (I, II, III, IV).

Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal.

Para determinar el Incremento Medio Anual (IMA) se empleó la siguiente fórmula:

$$IMA_{15} = \frac{AB}{T}$$

Donde:

IMA₁₅= incremento medio anual (m²)

AB= área basal (m²)

T= edad (años)

Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal por parcela

Para determinar el Incremento Medio Anual (IMA) por parcela se empleó la siguiente fórmula:

$$IMA_{15p} = \frac{ABp}{T}$$

Donde:

IMA_{15p} = incremento medio anual por parcela (m^2)

ABp = área basal por parcela (300 m^2)

T = edad (años)

Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal por hectárea

Para determinar el Incremento Medio Anual (IMA) por hectárea de cada estrato se empleó la siguiente fórmula:

$$IMA_{15h} = IMA_{15pc} / nh$$

Donde:

IMA_{15h} = incremento medio anual por hectárea (m^2)

IMA_{15pc} = incremento medio anual por calidad (m^2)

nh = número de hectáreas por calidad

Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) de la altura total promedio por estrato.

Para determinar el Incremento Medio Anual (IMA) de la altura total promedio por estrato se empleó la siguiente fórmula:

$$IMA_{15HT} = HT / T$$

Donde:

IMA_{15HT} = incremento medio anual de la altura total promedio por estrato (m)

HT = altura total promedio por estrato (m)

T = edad (años)

Determinación de la pendiente en el área de estudio

Para determinar la pendiente del área de estudio los datos de altitud que se tomaron en el campo, fueron procesados en el programa ArcGis.

Variables evaluadas

Variables dendrométricas

- Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Altura total
- Incremento Medio Anual (IMA)

Variables edáficas

- Textura del suelo
- Macroelementos del suelo
- Contenido de materia orgánica

Variables fisiográficas

- Inclinação de pendiente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del presente estudio se encontraron los siguientes resultados:

Producción

En el presente estudio la producción se determinó mediante el cálculo del incremento medio anual a los 15 años de edad de la plantación (IMA_{15}) del área basal, tanto por parcelas y hectárea.

Cuadro : Producción en función del IMA_{15} de AB

SITIO	DAP PROM cm	HT PROM/ SITIO m	IMA_{15} HT/ SITIO m	AB PROM / PARCELA $m^2/300 m^2$	IMA_{15} AB / PARCELA $m^2/300 m^2$	SUPERFICIE / SITIO ha	AB/ha m ² /ha	IMA_{15} AB/ha m ²
I	27,0	26,80	1,79	0,35	0,024	3,71	11,67	0,78
II	27,2	22,20	1,48	0,34	0,022	31,98	11,33	0,76
III	26,3	18,60	1,24	0,29	0,02	19,94	9,67	0,64
IV	27,9	13,90	0,93	0,35	0,024	1,28	11,67	0,78
PROM	27,1	20,38	1,36	0,3325	0,0225	14,23	11,08	0,74

Incremento Medio Anual (IMA) de la Altura Total Promedio en Metros

Del análisis del incremento medio anual por altura de la plantación de pino a los 15 años de edad se determinó que en el Sitio I, con un IMA_{15} de 1,79 m/año, se produjo el mayor incremento en comparación al Sitio II, III y IV que presentaron un IMA_{15} de 1,48 m/año, 1,24 m/año y 0,93 m/año respectivamente.

En base a estos resultados se atribuye que los árboles en el Sitio I se encuentran expuestos por un periodo de tiempo más prolongado a la luminosidad que los arboles de los otros sitios. Ya que de acuerdo a la ubicación de las parcelas investigadas existe mayor cantidad de horas luz por día. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Fuentes, donde obtuvo un “ IMA_{16} de altura total promedio 1,56 m/año” (1990, p. 39), el cual es menor a los alcanzados en la investigación.

Área Basal por hectárea m^2

Incremento Medio Anual (IMA) del Área Basal por hectárea

Para el incremento medio anual del área basal por hectárea no se observan diferencias significativas entre los sitios con $11,67m^2/ha$, $11,33 m^2/ha$, $9,67m^2/ha$, $11,67 m^2/ha$, para las calidades de Sitio I, II, III y IV respectivamente.

Estos resultados demuestran que el incremento medio anual (IMA_{15}) de área basal es semejante dentro de toda el área de estudio, considerando a que en la parcela de $300 m^2$ únicamente se midieron 6 árboles.

Características físico-químicas del suelo

Del análisis físico – químico de suelos se desprende que en toda la plantación se presenta un pH ácido y una textura similar (franco), en los cuatro sitios la disponibilidad de macroelementos es semejante a excepción de la materia orgánica que para el sitio I es de 2,51 % a de la misma manera el nitrógeno, que para este mismo sitio es de 53,69 ppm, siendo valores bajos en comparación a los otros sitios.

De los resultados obtenidos en el análisis del suelo, se infiere que en el Sitio I la absorción de materia orgánica y nitrógeno es mayor en comparación a los otros sitios, razón por lo que la cantidad de estos en el suelo es menor.

La calidad de Sitio I

Localizada en el orden Mollisol, suborden Ustolls, caracterizado por la presencia de cangahua subyacente que se halla a un metro de profundidad y bajo un nivel pardo oscuro de carbonato de calcio, con una pendiente que oscila entre 25-50%, los árboles en esta calidad de sitio con un rango de altura total de 25,1 - 30 m; se encontró una altura promedio de 26,8 cm calificándola como una calidad de sitio muy buena de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas que presenta el área de estudio.

La calidad de Sitio II

Localizada en el orden Entisol, suborden Orthent, caracterizado por encontrarse sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación, con una pendiente que oscila entre 25-50 %, los árboles en esta calidad de sitio con un rango de altura total de 20,1 - 25 m; se encontró una altura promedio de 22,2 m; calificándola como una calidad de sitio buena de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas que presenta el área de estudio.

La calidad de sitio III

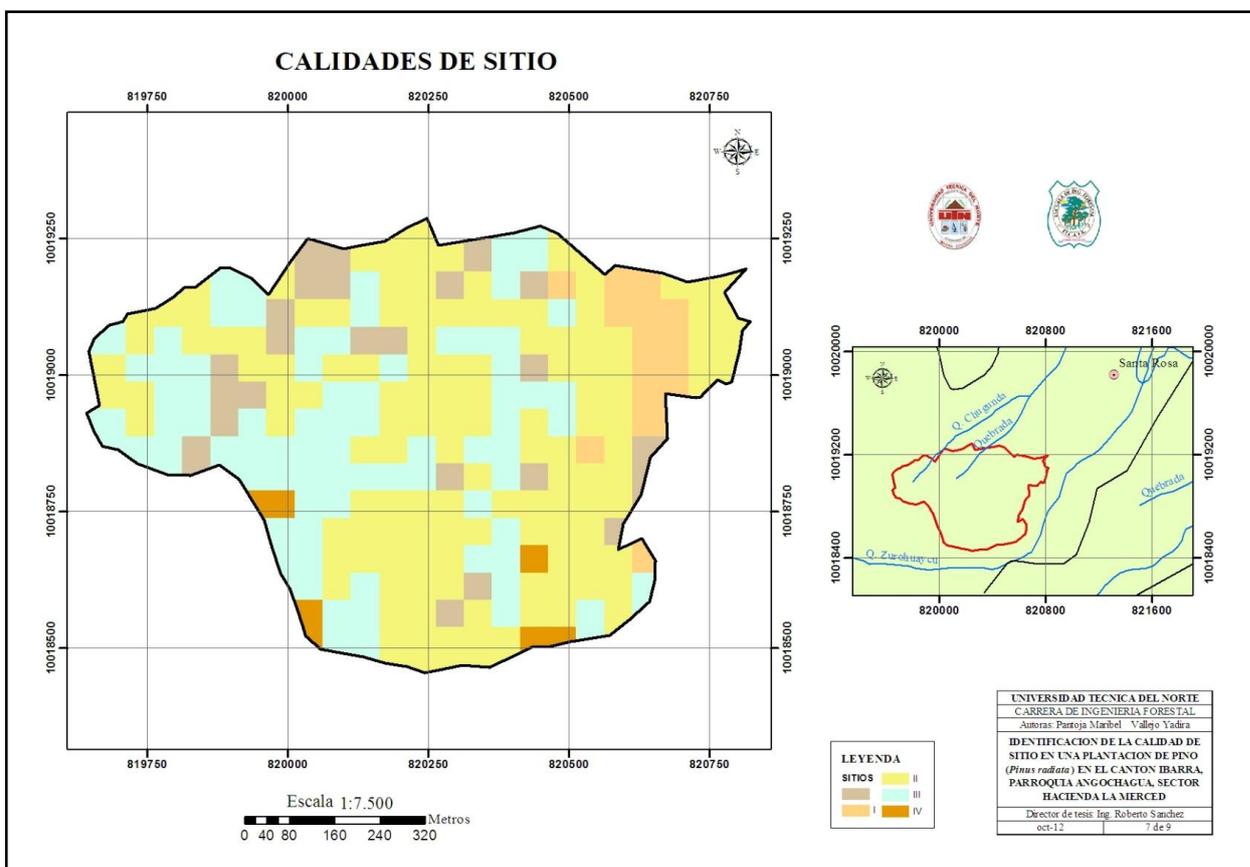
Localizada en el orden Entisol, suborden Orthent, caracterizado por encontrarse sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación, con una pendiente que oscila entre 50-70 %, los árboles en esta calidad de sitio con un rango de altura total de 15,1 - 20 m; se encontró una altura promedio de 18,6 m; calificándola como una calidad de sitio buena de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas que presenta el área de estudio.

La calidad de sitio IV

Localizada en el orden Inceptisol, suborden Andepts, caracterizado por la presencia de un suelo pseudo limoso o pseudo limo-arenoso, muy negro con retención de agua 20 a 50% a pF 3 (pF = potencial capilar) sobremuestra sin desecación, con una pendiente que oscila entre 25-50 %, los árboles en esta calidad de sitio con un rango de altura total de 10,1 - 15 m; se encontró una altura promedio de 13,9 m; calificándola como una calidad de sitio regular de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas que presenta el área de estudio.

En base a los resultados obtenidos se atribuye que la calidad de Sitio I es mejor que a las otras calidades de sitio. Además, de acuerdo al mapa de suelos se observa que este sitio se encuentra en un suelo de orden mollisol, la bibliografía corrobora con los resultados obtenidos para este tipo de suelo, ya que se califica como sobresaliente.

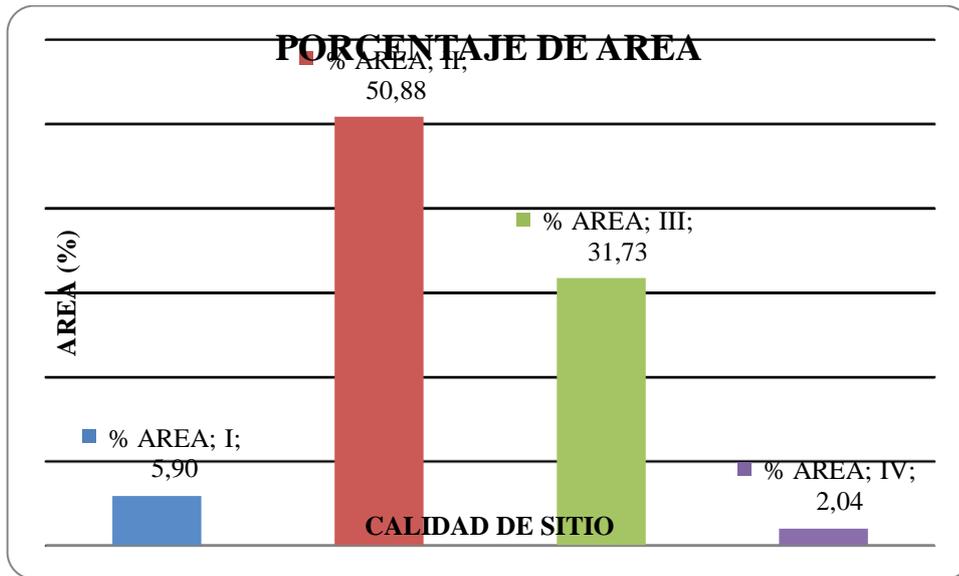
Mapa : Identificación de calidades de sitio en el área de estudio



Cuadro: Calidad de sitio

CALIDAD DE SITIO	RANGO HT (m)	HT PROMEDIO / CALIDAD (m)	PENDIENTE (%)	AREA (ha)	% AREA
I	25,1-30	26,8	25 – 50	3,71	5,9
II	20,1-25	22,2	25 - 50	31,98	50,88
III	15,1-20	18,6	50 – 70	19,94	31,73
IV	10,0-15	13,9	25 - 50	1,28	2,04

Gráfico .Representación del porcentaje de área de cada calidad de sitio.



Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa que el mayor porcentaje de área se presenta en la calidad de sitio II con 50,88 %, seguido de la calidad de sitio III con 31,73 %, en comparación con las calidades de sitio I y IV con 5,90 % y 2,04 % respectivamente, que resultan muy inferiores.

Para la identificación de la calidad de sitio el método empleado fue el directo, el cual se basa en la altura dominante o altura mayor, para el presente estudio se consideraron las alturas que comprenden entre los 10 m a 30 m, en rangos de 5m, lo que permitió identificar cuatro calidades de sitio existentes en el área de estudio, apreciando una diferencia de 12,9 m de altura entre la calidad de sitio I, considerada como muy buena, y la calidad de sitio IV, considerada como regular para el desarrollo del pino.

CONCLUSIONES

- La mayor producción basada en el IMA_{15} de la altura total promedio se presenta en la calidad de sitio I con un incremento medio anual de 1,79 m/año, que comprende un 5,9 % del área total.
- De acuerdo al análisis de suelo de las distintas calidades se observó que la mayor cantidad de materia orgánica se encuentra en los sitios III (5,36%) y IV (5,06%)

- El método directo, basado en la altura de los árboles dominantes o altura mayor es el de mayor uso y el más práctico al ser un buen indicador del potencial productivo de una plantación.
- De las 244 parcelas identificadas se determinaron cuatro calidades de sitio. En la calidad de sitio I se identificó que la altura total promedio es de 26,8 m, en relación a la altura total promedio de la calidad de sitio IV que fue 13,9 m, considerando al sitio I como el óptimo para el desarrollo de la especie de acuerdo a las características climáticas y edáficas que se presentan en el área de estudio.
- El contar con antecedentes adecuados sobre reconocimientos de suelos en aquellas áreas donde se han establecido y se establecerán plantaciones, contribuirá a evitar futuras pérdidas por insuficiente selección de sitio y permitirá ampliar la información sobre requerimientos de *Pinus radiata*.
- Del valor del IMA₁₅ del área basal por hectárea se concluye que en el área de estudio no ha existido un manejo en la plantación.

RECOMENDACIONES

- Que la Universidad Técnica del Norte considere dentro su programa de investigación en el campo forestal, la generación del conocimiento sobre procedencia y prácticas de manejo para cada calidad de sitio para la especie *Pinus radiata* dentro de la provincia de Imbabura.
- Si no existen estudios de suelos a mayor detalle antes de ejecutar una plantación, o bien si éstos son insuficientes, se recomienda que los reforestadores efectúen por lo menos un reconocimiento orientador en terreno para determinar las condiciones de sitio.
- Se recomienda a los futuros tesisistas realizar investigaciones afines sobre calidad sitio empleando el método directo, en diferentes sectores para comparar el comportamiento del *Pinus radiata* frente a diferentes condiciones edáficas y climáticas.

- También se recomienda continuar con estudios similares aplicados a otras especies, y así realizar mejores propuestas de plantaciones forestales a nivel provincial
- Para futuras investigaciones relacionadas con este tema se recomienda realizar un análisis de suelos más detallado para tener una visión más amplia del tipo de suelo en el que se va a desarrollar la especie, así como de la deficiencia y requerimientos de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGRICULTURA TÉCNICA** (chile),
<http://www.inia.cl/at/espanol/v61n2/html/ART9.htm>. Acceso: 28-06-2011, 16h30
2. **ARTEAGA, B.** (1988). Factores del sitio que influyen en la productividad de *Pinuspatula* Schl. et. Cham., en la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla, México. Agrociencia no. 72:121-131.
3. **CAÑADAS, L.** (1983). Mapa Bioclimático del Ecuador. Quito Ecuador.
4. **CLUTTER, J; FORTSON, JC; PIENAAR, LV; BRISTER, GH; BAILEY, RL.** (1983). Timber management: a quantitative approach. US, John Wiley. 333 p.
5. **CORVALÁN V. PATRICIO Y HERNÁNDEZ P. JAIME,** EL SITIO.
https://www.ucursos.cl/forestal/2011/1/MF004/1/material_docente/bajar?id_material=487177.
Acceso: 17-07-2012, 18h00
6. **DANIEL, TW; HELMS, JA; BACKER, FS.** (1982). Principios de silvicultura. Trad. Ramón Elizondo M. México, McGraw-Hill. 492 p.
7. **ESCOBEDOLÓPEZ, MA.** (1995). Índices de sitio para *Pinuspseudostrobus* Lindl., en los departamentos de Chimaltenango y Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 81 p.
8. **SUELOS Y USO DEL SUELO**
http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/indice%20linea%20quito%20pasto.pdf. Acceso: 23-10-2012, 19h00
9. **FUENTES, VILLEGAS JOSÉ R.** (1990), Determinación de Índice de Sitio para *Pinus radiata* D. Don en el norte de la región interandina. 26-33p
10. **GREY, D** (1989). Site index. A review. South Afr. For. J. 148: 28-32.
11. **JADÁN, S.** (1972). Sistema de clasificación de índice de sitio para *Eucalyptusdeglupta* BL en Turrialba, Costa Rica, Tesis de M Sc. Turrialba, IICA. 98p

- 12. LUCAS L.MANUEL BENEDICTO.** Factores fisiográficos y edáficos que influyen el crecimiento inicial de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en plantaciones establecidas dentro del programa de incentivos forestales en los municipios de Dolores y Poptún en el departamento de Petén.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2289.pdf. Acceso: 11-07-2011, 09h00
- 13. MOLLINEDO G.MANUEL SABINO,** Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* L. f.), en la zona Oeste, Cuenca del canal de Panamá.
<http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0159E/A0159E.PDF>. Acceso: 28-06-2011, 16h00
- 14. OTÁROLA ERASMO Y OTROS,** Estimación de la calidad de sitio mediante «Índices de sitio» para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto (Perú)
<http://www.iiap.org.pe/publicaciones/foalias/foalia12/articulo%203%20foalia%2012.pdf>. Acceso: 28-06-2011, 15h00
- 15. PINUS INSIGNE.**
http://www.ecured.cu/index.php/Pino_insigne. Acceso: 12-06-2012, 16h00
- 16. PINUS RADIATA**
http://www.Wikisilva/Aula_silvicultura/Pino. Acceso: 12-06-2012, 17h00
- 17. SANTOS LÓPEZ, CA.** (1997). Determinación del crecimiento y calidad de sitio para camaldulensis (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) en cuatro departamentos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 87 p.
- 18. SCHLATTER JUAN E.,** La relación entre suelo y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Chile central análisis de la situación actual y planteamientos para su futuro manejo.
<http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v2n1/art03.pdf>.
Acceso: 20-07-2012, 15h00

RESUMEN

La calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal en nuestro caso el pino. El pino es una especie de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años. Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento.

Del análisis del incremento medio anual por altura de la plantación de pino a los 15 años de edad se determina que en el Sitio I, con un IMA_{15} de 1,79 m/año, se produjo el mayor incremento en comparación al Sitio II, III y IV que presentaron un IMA_{15} de 1,48 m/año, 1,24 m/año y 0,93 m/año respectivamente, por lo que se infiere que los árboles en el Sitio I se encuentran expuestos por un periodo de tiempo más prolongado a la luminosidad que los árboles de los otros sitios. Ya que como lo indica la bibliografía esta especie requiere alta luminosidad.

El método directo, basado en la altura de los árboles dominantes o altura mayor es el de mayor uso y el más práctico al ser un buen indicador del potencial productivo de una plantación.

SUMMARY

The quality of site is used to define the potential to produce wood so a species or forests type in our case the pine. Pine is a species of great interest to industry for the quality of its wood and its rapid growth, its cultivation does start to give benefits in a few years. The wood is used for different purposes, among which the pulp and paper manufacturing particle board. It is cultivated in many countries for restocking, mainly due to rapid growth.

An analysis of the annual average increase height pine plantation at 15 years of age is determined in Site I, with a IMA_{15} 1.79 m / year, its largest increase compared to Site II, III and IV which had a IMA_{15} of 1.48 m / year, 1.24 m / year and 0.93 m / year, respectively, so it is presumed that the trees at Site I are exposed for a period of time luminosity extended to trees of the other sites. As indicated by the literature as this species requires high luminosity.

The direct method, based on the height of the dominant tree or greater height is most used and practical so it is a good indicator of the productive potential of a plantation.