



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

## **DEDICATORIA**

*A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación.*

*A mi esposo Gustavo Meneses que ha estado a mi lado brindándome su amor, confianza y apoyarme cuando más lo necesitaba al darme palabras de aliento Gracias.*

*A mi hijo Michael la persona más importante quien me motiva y da la fuerza para alcanzar mis metas y seguir adelante en mis aspiraciones de superación.*

*A mis padres que me dieron la vida y estuvieron con mígo en todo momento brindándome la fuerza necesaria para continuar y ayudarme en lo que fuera posible, dándome consejos y orientación.*

*A mi abuelita por demostrarme su cariño y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos y sobrinos gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.*

**MARIBEL**

## DEDICATORIA

### *A Díos*

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

### *A mí padre*

*A mí padre Armando Vallejo, como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento por mi existencia, valores morales y formación profesional. Porque sin escatimar esfuerzo alguno, ha sacrificado gran parte de su vida para formarme y porque nunca podré pagar todos sus desvelos, ni aún con las riquezas más grandes del mundo.*

### *Mis hermanos*

*Guísela y Walter, los cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar*

**YADIRA**

## AGRADECIMIENTO

*En toda la experiencia universitaria y la conclusión del trabajo de tesis, ha habido personas que se merecen las gracias porque sin su valiosa aportación no hubiera sido posible este trabajo y también hay quienes las merecen por haber plasmado su huella en nuestro camino.*

*Agradecemos a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE** por darnos la oportunidad de estudiar y permitirnos alcanzar nuestra meta profesional.*

*De igual manera agradecemos a el Ing. Roberto Sánchez, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.*

*Son muchas las personas que han formado parte de nuestras vidas y nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas. Algunas están aquí con nosotras y otras en nuestros recuerdos y en nuestros corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotras, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.*

**LAS AUTORAS**

## PRESENTACIÓN

*Los resultados, discusión, conclusiones y demás partes de esta investigación son de propiedad y responsabilidad de sus Autoras.*

*Queda permitida la reproducción parcial si se cita la fuente.*

*MARIBEL PANTOJA*

*YADIRA VALLEJO*

## TABLA DE CONTENIDOS

Tema	Página
<b>CAPÍTULO I</b>	
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.3.3. Preguntas directrices.....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA ESPECIE.....	5
2.1.1 Características botánicas y morfológicas.....	5
2.2 CONDICIONES DE PRODUCCIÓN.....	6
2.2.1 Condiciones medio ambientales para su crecimiento.....	6
2.2.2 Influencia de los nutrientes en el crecimiento de los árboles.....	6
2.2.2.1 Funciones de los nutrientes.....	7
2.2.3 Densidad de plantación industrial.....	9
2.2.3.1 Podas.....	9
2.2.3.2 Raleo.....	9
2.2.4 Productividad.....	9
2.2.5 Usos.....	10
2.3 CALIDAD DE SITIO.....	11
2.3.1 Sitio.....	11
2.3.1.1 Sitio Forestal.....	11
2.3.1.2 Calidad de sitio.....	12
2.3.2 Métodos para cuantificar la Calidad de Sitio.....	13
2.3.2.1 Métodos Directos.....	14
2.3.2.2 Métodos Indirectos.....	17
2.4 FACTORES EDÁFICOS.....	19
2.4.1 Orden Entisoles.....	21
2.4.1.1 Suborden Psamments.....	21
2.4.1.2 Suborden Orthents.....	21
2.4.2 Orden Inceptisoles.....	22
2.4.2.1 Suborden Andepts.....	22
2.4.3 Orden Mollisoles.....	22
2.4.3.1 Suborden Udolls.....	22
2.4.3.2 Suborden Ustolls.....	22

## CAPÍTULO III

<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 MATERIALES E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Materiales.....	27
3.2.2 Instrumentos.....	28
<b>3.3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
3.3.1 Trabajo de campo.....	28
3.3.1.1 Delimitación del área de estudio.....	28
3.3.1.2 Ubicación de líneas e instalación de parcelas.....	29
3.3.1.3 Variables dasométricas.....	29
3.3.1.3.1 Medición de altura.....	29
3.3.1.3.2 Medición de diámetro a la altura del pecho (DAP).....	30
3.3.1.4 Toma de muestras de suelo.....	30
3.3.2 Trabajo de gabinete.....	31
3.3.2.1 Determinación de la altura (H) promedio por parcela.....	31
3.3.2.2 Determinación del DAP promedio por parcela.....	31
3.3.2.3 Determinación del área basal (AB).....	31
3.3.2.3.1 Determinación del área basal (AB) promedio por parcela.....	32
3.3.2.3.2 Determinación del área basal (AB) por calidad de sitio.....	32
3.3.2.3.3 Determinación del área basal (AB) promedio por calidad de sitio.....	32
3.3.2.4 Estratificación.....	33
3.3.2.5 Calidad de sitio.....	33
3.3.2.6 Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal.....	34
3.3.2.6.1 Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal por parcelas.....	34
3.3.2.6.2 Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) del área basal por hectárea.....	34
3.3.2.6.3 Determinación de Incremento Medio Anual (IMA) de la altura total promedio por estrato.....	34
3.3.3 Determinación de la pendiente en el área de estudio.....	35
<b>3.4 VARIABLES EVALUADAS.....</b>	<b>35</b>
3.4.1 Variables dendrométricas.....	35
3.4.2 Variables edáficas.....	35
3.4.3 Variables fisiográficas.....	35

## CAPÍTULO IV

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 PRODUCCIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1 Incremento Medio Anual (IMA) de la Altura Total Promedio en Metros....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2 Área Basal por hectárea m<sup>2</sup>.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2.1 Incremento Medio Anual (IMA) del Área Basal por hectárea.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 CALIDAD DE SITIO.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1 La Calidad de Sitio I.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.2 La Calidad de Sitio II.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.3 La Calidad de Sitio III.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.4 La Calidad de Sitio IV.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4 RESPUESTA A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES.....</b>	<b>50</b>

## CAPÍTULO V

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>

## CAPÍTULO VI

<b>RESUMEN.....</b>	<b>55</b>
---------------------	-----------

## CAPÍTULO VII

<b>SUMMARY.....</b>	<b>57</b>
---------------------	-----------

## CAPÍTULO VIII

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>59</b>
--------------------------	-----------

## CAPÍTULO IX

<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 1: DATOS DE ALTURA Y DIÁMETROS PROMEDIO.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 2: DATOS DE ALTURA Y DIÁMETROS PROMEDIO POR CALIDAD DE SITIO.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 3: DELIMITACIÓN DEL ÁREA.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 4: PUNTOS GPS DEL ÁREA DE STUDIO.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 5: UBICACIÓN DE LÍNEAS.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 6: UBICACIÓN DE PARCELAS.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO 7: ANÁLISIS DE SUELOS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 8: FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>92</b>

## TABLA DE GRÁFICOS

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
<b>Mapa 1: Ubicación provincial del área de estudio.....</b>	<b>24</b>
<b>Mapa 2: Ubicación cantonal del área de estudio.....</b>	<b>25</b>
<b>Mapa 3: Ubicación parroquial del área de estudio.....</b>	<b>26</b>
<b>Mapa 4: Identificación de calidades de sitio en el área de estudio.....</b>	<b>46</b>
<b>Mapa 5: Tipos de suelos presentes en el área de estudio.....</b>	<b>47</b>
<b>Mapa 6: Pendientes presentes en el área de estudio.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 1: Curva de representación nitrógeno vs calidad de sitio.....</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico 2: Curva de representación fosforo vs calidad de sitio.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 3: Curva de representación potasio vs calidad de sitio.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 4: Curva de representación materia orgánica vs calidad de sitio.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 5: Curva de representación pH vs calidad de sitio.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 6: Curva de representación altura total promedio vs calidad de sitio.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 7: Representación del porcentaje de área de cada calidad de sitio.....</b>	<b>49</b>

## TABLA DE CUADROS

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
<b>CUADRO 1: DATOS CLIMÁTICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>
<b>CUADRO 2: PRODUCCIÓN EN FUNCIÓN DEL IMA15 DE AB.....</b>	<b>36</b>
<b>CUADRO 3: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO SITIO I...38</b>	
<b>CUADRO 4: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO SITIO I..38</b>	
<b>CUADRO N° 5: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO SITIO II.....</b>	<b>39</b>
<b>CUADRO 6: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO SITIO IV.....</b>	<b>39</b>
<b>CUADRO 7: CALIDAD DE SITIO.....</b>	<b>49</b>
<b>CUADRO 8: CALIDAD DE SITIO Y PRODUCCIÓN.....</b>	<b>50</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En el Ecuador una gran parte del bosque nativo ha sido eliminado o explotado, como consecuencia del aumento de la presión demográfica de técnicas agropecuarias y de explotación de madera en forma inadecuada. No sólo se ha eliminado en aquellos terrenos aptos para la actividad agropecuaria, sino que también han sido afectados muchos suelos de capacidad de uso forestal.

De aquí que, existen amplias superficies con un uso inadecuado o con vegetación degradada. En los últimos años se han establecido sobre ellas progresivamente plantaciones forestales, principalmente con especies introducidas entre las que destaca *Pinus radiata* (D. Don).

En el establecimiento de estas plantaciones no se ha considerado adecuadamente el factor suelo, que en el caso de las especies nativas han adoptado una selección natural. En cambio para las especies introducidas es necesario conocer los requerimientos climáticos y edáficos. Esto es especialmente válido para obtener un alto rendimiento en rotaciones sucesivas.

Hasta ahora las forestaciones se han efectuado, en cuanto al sitio, prácticamente al azar. Los suelos elegidos, por lo general tienen fácil accesibilidad, se caracterizan por haber pasado por un estado de un uso agropecuario a uso temporal para explotación maderera. A menudo son suelos erosionados debido a las altas precipitaciones y fuertes vientos.

## **1.1. 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.

## **1.2. 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.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. 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.

#### **1.3.2. 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

#### **1.3.3. Preguntas directrices**

- ¿Existe relación entre los macroelementos en las diferentes clases de sitio?

- ¿El análisis de la calidad de sitio presenta las mismas características dentro del área de estudio?
- ¿Existe diferencias en el desarrollo de los árboles en las diferentes clases de sitio identificadas?

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Descripción botánica de la especie

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Pinophyta
<b>Clase:</b>	<i>Pinopsida</i>
<b>Orden:</b>	<i>Pinales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Pinaceae</i>
<b>Subfamilia:</b>	Pinoideae
<b>Género:</b>	Pinus
<b>Especie:</b>	<i>radiata</i>

([www.Wikisilva/Aula silvicultura/Pino](http://www.Wikisilva/Aula_silvicultura/Pino))

##### 2.1.1. Características botánicas y morfológicas:

Es un árbol de talla media a elevada, de aproximadamente 30 a 40 metros de altura, que posee el fuste con ritidoma grueso de color pardo-rojizo y la corteza es de color negro. La copa es aplanada o curvada en su madurez, con ramas inferiores extendidas, sus hojas en forma de agujas son de color verde brillante, de unos 15 cm de longitud, agrupadas de tres en tres Piñas.

Presenta conos, estróbilos o piñas de 7 a 14 cm de longitud agrupados en parejas o verticilos de 3 a 5, muy asimétricos, con apófisis de las escamas muy prominentes. Es una especie de rápido crecimiento ya que alcanza diámetros de más de 50 centímetros en 25 o 35 años.

- Nombre vulgar: Pino
- Nombre científico: *Pinus radiata*

([www.ecured.cu/index.php/Pino\\_insigne](http://www.ecured.cu/index.php/Pino_insigne))

## **2.2. Condiciones de producción**

### **2.2.1. Condiciones medio ambientales para su crecimiento**

Su producción se centra en la serranía ecuatoriana, con una temperatura de 11,9 °C y 17,4 °C con una altura promedio entre los 2200 y 3500 m.s.n.m. con una precipitación anual que va desde los 500 hasta los 2000mm, con suelos Franco – arenosos y bien drenados que permitan buen anclaje exigentes en fósforo, Boro y Zinc y requieren alta luminosidad.

### **2.2.2. Influencia de los nutrientes en el crecimiento de los árboles**

De acuerdo a investigaciones realizadas por Sacha y Knop, citado por Jadan, encontraron diez elementos esenciales para el desarrollo de los árboles que son C, H, O, N, P, K, Ca, S, Mg y Fe. También sea revelado que los elementos menores tienen su influencia en el crecimiento de las plantas como el Bo, Mn, Cu, Mb. Las plantas toman C, O, e H del agua o el aire por lo que no se los toma en cuenta.

El nitrógeno del aire puede ser aprovechado por las plantas a través de los microorganismos y bacterias que fijan este elemento.

#### **2.2.2.1. Funciones de los nutrientes**

**Nitrógeno (N):** la cantidad de N tiene su efecto en el crecimiento de las plantas, está presente en la atmosfera terrestre formando un 78% de la misma, aunque

existe tanto nitrógeno en el aire, las plantas no pueden aprovecharlo directamente por ser este un gas inerte y muy débil en sus acciones.

Una deficiencia de N en el suelo causa un impedimento en el crecimiento de la planta (follaje amarillento), las hojas y brotes tienen una muerte prematura y hay un detenimiento en el desarrollo radicular.

En caso contrario, un exceso de N produce un crecimiento anormal y debilitamiento de las ramas por la reducción del tejido esclerenquimatoso. (Jadán)

**Fosforo (P):** el P aparece en el suelo en forma mineral, pero también en sustancias orgánicas y en el humus, formando parte de combinaciones con otros elementos. Es el constituyente de los núcleos, es importante en la división celular y en el desarrollo de los tejidos del meristema. (Jadán)

Un alto contenido de P se encuentra en las semillas que sirve de fuente de abastecimiento en las primeras etapas de desarrollo. En una carencia crítica hay degeneración de los brotes laterales, disminución del número de ramas y el follaje se torna bronceado.

**Potasio (K):** el K es asimilable por las plantas está en la solución del suelo, en forma de ion adherido al complejo de arcillas y humus.

El K ayuda a la asimilación de CO<sub>2</sub>, ayuda a la transformación de los carbohidratos, a la síntesis de las proteínas y a la división celular. Su función es reguladora y catalizadora.

Se encuentra en las hojas jóvenes, yemas y extremos de las raíces.

La deficiencia de K retrasa el crecimiento de las raíces, el K contrarresta el efecto dañino producido por el exceso de N. (Jadán)

**Calcio (Ca):** los vegetales necesitan el Ca para el crecimiento, la fructificación y maduración, además de formar parte del tejido de sostén de la célula. El Ca se halla unido a las arcillas del suelo y a la materia orgánica y se encuentra también en la solución del suelo y se elimina con el agua del lavado.

Un exceso de Ca disminuye la absorción de Mn, Fe y Bo, sobre todo en los suelos calcáreos o muy encalados.

Un síntoma característico de la deficiencia de Ca es la deformación de las hojas jóvenes, que hacen que las puntas se doblen hacia abajo. Los márgenes de las hojas pueden aparecer amarillentas y posteriormente secarse. (Helmut)

**Magnesio (Mg):** constituye un elemento indispensable de las plantas. Forma rápida y fácilmente combinaciones y no se encuentra en estado puro en la naturaleza.

Es un elemento esencial constituyente de la molécula de clorofila, siendo muy importante en las plantas verdes.

La deficiencia de Mg sucede en suelos arenosos y ácido y la planta sufre de una clorosis seguida por una defoliación prematura.

Un exceso de Mg produce efectos dañinos que puede ser contrarrestado por la adición de sales de Ca. (Jadán)

### **2.2.3. Densidad de plantación industrial**

Es recomendable una densidad inicial de 1600 árboles por hectárea plantados a 2,5 por 2,5 m entre plantas; se estima un rendimiento a los 22 años de un volumen promedio de 385 m<sup>3</sup> / ha con corteza (índice de sitio medio).

#### **2.2.3.1. Podas**

Consiste en eliminar las ramas más bajas para evitar que se originen la presencia de nudos en la madera. Se lo realiza con el primer raleo a los ocho años.

#### **2.2.3.2. Raleo**

Consiste en la eliminación de un número determinado de árboles con el objetivo de mejorar las condiciones de desarrollo del resto de la masa forestal; así el primer raleo se lo realiza a los ocho años, el segundo raleo se lo realiza a los trece años, el tercer raleo a los diez y ocho, y el cuarto raleo se lo realiza a los veinte y tres años.

#### **2.2.4. Productividad.**

Por productividad, se entiende la capacidad (eficacia), grado de producción (eficiencia) por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, unidad de tiempo u otro insumo o factor de producción, de acuerdo a Escobedo.

Por productividad forestal, se define la capacidad que un árbol individual o una masa forestal tiene para acumular biomasa, bajo determinadas condiciones climáticas, ecológicas y genéticas en un área y en un tiempo determinado, cita Escobedo.

Escobedo, considera que determinar la productividad de los terrenos forestales es difícil, por lo que se ha recurrido a enfocarla en función de los factores

ambientales; este es el caso de la calidad de sitio, que se estima mediante la máxima cosecha de madera que el bosque produzca en un tiempo determinado.

Pero de acuerdo a Kadambi, uno de los ejercicios de la actividad forestal moderna, está en la necesidad de crear un método racional para la medición de la capacidad forestal para la producción de madera en el sentido de incrementar, bajo ciertos factores dados tales como el suelo y el clima. Estas mediciones son esenciales para una planificación a largo plazo, para asegurar la producción forestal dentro de un país.

La productividad de un sitio es un factor importante para el manejo forestal. (Schrivastava). La calidad y la cantidad de madera que se puede producir en un sitio en particular, dependen de la calidad de las tierras forestales y de los factores ambientales que prevalecen en el lugar.

El crecimiento de los árboles está integrado por expresiones de todo biológicas y de variables ambientales que influyen en ello.

Los resultados obtenidos en los estudios de sitio, pueden ser utilizados como herramientas para establecer una nueva plantación con ciertas prioridades, para predecir el crecimiento de los árboles y para futuras producciones, así como para responder a preguntas como cuándo cortar, cuánto cortar y qué cortar, por lo que pueden elaborarse mejores planes de manejo. (Schrivastava)

#### **2.2.5. Usos**

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. También se utiliza en la fabricación de cajas, entibación de minas. En algunos

lugares se utiliza en construcción, carpintería, contrachapeado, papel de embalar y de periódicos. Con frecuencia se utiliza como cortavientos.

### **2.3. Calidad de Sitio**

#### **2.3.1. Sitio**

Santos investigó que el sitio es definido por la Sociedad de Forestales Americanos como un "área considerada en términos de su ambiente, que determina la calidad y el tipo de vegetación que en ella se puede generar".

Escobedo encontró que, sitio se emplea en dasonomía en dos sentidos: como un área o localidad que soporta el crecimiento de los árboles y como la capacidad de esa área para soportar el crecimiento de los árboles.

##### **2.3.1.1. Sitio Forestal**

"Un sitio es definido como un área considerada en términos de ambiente, particularmente, que determina el tipo y la calidad de la vegetación que puede soportar dicha área". (Grey)

Bajo otro punto de vista lo describe, Grey cita que un sitio es definido como el área que está compuesta íntegramente por los factores sin un área prescrita.

De acuerdo a Grey, estos estatutos incorporan dos conceptos separados. Un sitio puede ser:

- Un área o localidad que soporta el crecimiento de los árboles o,
- La capacidad de un área para producir madera o productos forestales.

Cualquier sitio es considerado como una unidad natural, una entidad espacial, que se puede describir, clasificar, estudiar y mapear, pero que no se puede subdividir sin la pérdida de algunas características intrínsecas. La existencia de esta unidad

de tierra es aceptada como a priori. Sólo estudios que ofrezcan datos importantes son entonces requeridos para discernir el orden espacial. (Grey)

Según Schönau, los forestales tienen varios puntos de vista en cuanto al sitio en un sentido ecológico, con una combinación estable de los factores de sitio o como un factor de producción primario para la formación de madera. En el primer caso, el énfasis es el lugar en la identificación de los factores ambientales que están relacionados con el crecimiento de los árboles y en la predicción de una producción forestal, mientras que en el segundo caso, expresa la facilidad entre las especies y su desarrollo del modelo de crecimiento está bajo presión.

#### **2.3.1.2. Calidad de sitio.**

De acuerdo a lo señalado por Escobedo, la calidad de sitio se define como el carácter o cualidades distintivas que indican, en forma un tanto relativa, el grado de productividad de un lugar bajo las condiciones imperantes en el momento en que se efectúa la estimación de ésta; considerando que tal productividad es la resultante de la suma de todos los efectos de los factores de sitio que interactúan en ese lugar, que está determinado por el producto entre la capacidad y eficiencia de producción del sitio y que se entiende, en la generalidad de los casos, como la aptitud o susceptibilidad de ese sitio para sostener o soportar el crecimiento de cierta cantidad y tipo de biomasa.

Daniel, Helms y Baker definen que la calidad de sitio es la suma de varios factores ambientales como lo es la profundidad del suelo, su textura, las características de sus perfiles, su composición mineral, lo pronunciado de las pendientes, la exposición, el microclima, las especies que viven sobre él y otros más.

Estos factores a su vez, son función de la historia geológica, fisiografía, macroclima y del desarrollo de la sucesión vegetal.

Dentro de un cierto microclima, la calidad de sitio determina el tipo y magnitud de los problemas y las oportunidades que se le presentan al silvicultor para el manejo de un rodal. La calidad del terreno es una cuestión esencial en el manejo de los rodales encaminados a la producción de varias combinaciones de productos forestales: madera, agua, forrajes, recreación y caza. No es posible tomar decisiones válidas, de tipo silvícola, si no se hace referencia a la calidad del sitio y a otras condiciones del sitio. (Daniel, Helms y Baker)

### **2.3.2. Métodos para cuantificar la Calidad de Sitio.**

Según Rivera y Zepeda se entiende como método para estimar la calidad de sitio, a aquel proceso mediante el cual es posible estimar, en forma un tanto aproximada, el grado de productividad del sitio.

Para que un procedimiento pueda ser considerado como método para conocer exactamente la calidad de un sitio, implica:

- Que sea capaz de representar fielmente la productividad de la vegetación (fundamentalmente de los árboles) para aprovechar adecuadamente los factores del sitio que propician o limitan el crecimiento.
- Que sea capaz de representar fielmente la productividad de los sitios para mantener o soportar cierto nivel de densidad y variabilidad botánica.
- Que sea capaz de representar fielmente las interacciones existentes entre vegetación y terreno, y demás factores ambientales presentes en el sitio en cuestión, así como su cuantía y efectos.

Para Clutter, los métodos de evaluación de calidad de sitio basados en la predicción del crecimiento y el rendimiento, están determinados por cuatro factores:

- La edad del rodal o en el caso de rodales incoetáneos, la distribución de la edad.
- La capacidad productiva innata de los terrenos.
- La densidad del rodal.
- Los tratamientos silviculturales aplicados.

Los métodos los agrupa el autor como directos e indirectos así:

**Directos:**

- Estimación a partir de registros históricos de rendimiento.
- Estimación basada sobre datos de volumen del rodal.
- Estimación basada sobre datos de altura.
- Estimación a partir de datos de incremento periódico en altura.

**Indirectos:**

- Estimación a partir de las relaciones entre especies del estrato superior.
- Estimación a partir de las características de la vegetación menor o sotobosque.
- Estimación a partir de factores climáticos, topográficos y edáficos.

**2.3.2.1. Métodos Directos.**

**A. Estimación a partir de registros históricos de rendimiento.**

La estimación de la calidad de sitio a partir de este método, se basa en los registros de rendimientos que han sido obtenidos mediante rotaciones anteriores.  
(Clutter)

Debido a lo largo de los turnos, se ha recurrido a procedimientos que posibiliten la obtención de la información en períodos más cortos. Fundamentalmente a partir de:

- Registros provenientes de la remediación de parcelas permanentes ubicadas en rodales coetáneos, puros y de densidad plena. Sin embargo, la cantidad de tiempo requerido para obtener la información también es sustancial.
- Tablas de rendimiento normal construidas con base en datos provenientes de masas puras incoetáneas e interdisetáneas, representativas de densidad normales.

De acuerdo a Oliva, 1990, citado por Santos en la actividad forestal, es cuestionable la utilidad de este método, debido a que los rendimientos de los bosques a una edad determinada son fuertemente afectados por la densidad del rodal, la composición de las especies y las prácticas culturales.

#### **B. Estimación de la calidad de sitio basada en datos de volumen del rodal.**

Para rodales coetáneos, una alternativa para poder obtener información de la calidad del sitio a partir de rendimientos de volumen, es estimar la calidad a partir de la relación volumen-edad.

Sin embargo, el volumen alcanzado por un rodal a una edad dada puede ser afectado por factores como densidad del rodal, composición de las especies y prácticas culturales. Una desventaja de este método es el costo para obtener los datos. (Clutter).

"Es una forma de determinar la calidad de sitio en rodales coetáneos por medio de la relación volumen-edad, aunque tiene el inconveniente de que el volumen de un rodal a una edad, se vea afectada por los factores como los raleos y la densidad del rodal, entre otros"; según Oliva, 1990. (Santos).

#### **C. Estimación de la calidad de sitio a partir de datos de altura.**

Se considera que la altura dominante es una de las características de los árboles que se ve menos influenciada por ciertas condiciones de un rodal, como la

densidad y la composición de especies. Además, se estima que un área con un alto crecimiento en altura, es un área con un potencial alto en producción de madera; mientras que, áreas con bajo crecimiento en altura tendrían un menor potencial en volumen. En consecuencia, las relaciones altura-edad se ha utilizado como criterio para estimar la calidad del sitio, haciendo referencia para ello a un índice de sitio, el cual puede conceptualizarse como la altura dominante alcanzada por un rodal a una edad base o índice. (Clutter).

"La altura de un rodal uniforme a una edad dada, es un buen indicador del potencial productivo de un bosque en el sitio particular" según Oliva, 1990. (Santos).

#### **D. Estimación a partir de datos de incremento periódico en altura.**

Otra alternativa para evaluar la calidad del sitio es mediante el uso de la información sobre el crecimiento en altura para períodos cortos de la vida del rodal. Estas técnicas son generalmente referidas como métodos de intercepción del crecimiento, de acuerdo a lo señalado por Clutter. Aunque en la teoría puede ser utilizada para varias especies, en la práctica se usa con especies que tienen verticilos anuales. Estos métodos incluyen la medición de longitudes de un número específico de internudos anuales durante un período aproximado de 5 años; el punto de inicio de la medición es generalmente a la altura del pecho. La intercepción del crecimiento en altura puede ser utilizada directamente como medida de la calidad del sitio, referida como índice de intercepción del crecimiento.

### **2.3.2.2. Métodos Indirectos.**

#### **A. Estimación de la calidad de sitio a través de la relación de las especies del estrato superior.**

Este método se puede utilizar para evaluar la calidad del sitio cuando las especies de interés no están presentes en el área bajo evaluación, Clutter señala que en situaciones donde otras especies vegetales están presentes, mediciones hechas sobre éstas pueden ser usadas para evaluar las especies de interés. Este uso depende del conocimiento de las relaciones entre los patrones de crecimiento para las especies presentes como las de interés. La relación comúnmente usada es la de los índices mediante el análisis de regresión, colocando el índice de sitio de una especie como función de la otra.

#### **B. Estimación a partir de las características de la vegetación menor.**

Algunos factores ambientales afectan tanto a la vegetación del estrato superior como al estrato inferior; por lo que las características de estas últimas, pueden proveer información sobre la calidad de un sitio para el crecimiento de los árboles. Aunque existen algunos factores que pueden afectar en mayor grado a la vegetación menor (incendios, quemados, pastoreo) que el estrato superior, si se mantienen controlados estos factores, la vegetación menor puede ser un buen método para evaluar la calidad de sitio para especies de árboles tal como lo demostró Ure, 1950, para una especie de pino donde correlacionó la altura dominante de esta especie con la composición florística de la vegetación menor o sotobosque. (Clutter).

#### **C. Estimación a partir de factores climáticos, edáficos y topográficos.**

La calidad de sitio, dentro de un macroclima determinado, está asociada con la capacidad que tiene el suelo para aportar humedad y nutrientes a la comunidad vegetal. La estimación del índice de sitio que se basan en factores edáficos y del

sitio en sí, permiten apenas explicar entre 50 y 60% de la variación total. Las diferentes fórmulas han tenido errores estándar que van de + 1.20 a 2.70 m para el índice promedio del sitio; esto significa que incluso en el punto de mayor precisión (es decir en el índice promedio), sólo 67% de las determinaciones caen dentro de los límites del error estándar. (Rivera y Zepeda).

La mayoría de evaluaciones realizadas entre las relaciones existentes entre el índice de sitio y factores edáficos del sitio, están con el material madre, las características del perfil, la pendiente y la exposición general del suelo. (Rivera y Zepeda).

Dos estudios edáficos de sitio realizados en una región indican cierta incoherencia en cuanto a la significación relativa de los distintos factores edáficos. Rivera y Zepeda cita un estudio realizado por Coile y Schumacher, 1953, en dos especies de pino encontró que la profundidad del horizonte A y el valor de absorción de agua del horizonte B presentaban una notable correlación con el índice de sitio. La posición en la pendiente no tiene una relación significativa con el índice, además de su efecto sobre las características del suelo. Sus resultados fueron presentados en una tabla, uno de sus ejes consta de 5 clases de subsuelo, que se basan en la consistencia del mismo cuando está húmedo y el otro representa la profundidad del subsuelo. El error estándar de la estimación para una especie fue de 11% y de 12% para la otra.

Cuando el índice edáfico del sitio se correlaciona correctamente con el índice mismo, las clases de sitios por su calidad pueden mapearse con una velocidad sin precedentes. Al parecer, las fallas existentes en el método del índice edáfico del sitio surgen de: (a) la falta de solidez en las curvas del índice de sitio con las que se establecen las correlaciones, y (b) la incorporación de datos provenientes de demasiadas áreas fisiográficamente diferentes. (Rivera y Zepeda).

Arteaga, citado por Rivera y Zepeda señala que el suelo y la topografía de un lugar están estrechamente relacionados, ya que las características topográficas de

un sitio afectan el desarrollo de los perfiles edáficos, así como la textura y estructura de la superficie del suelo.

Las formas características de estimar la calidad de sitio con estos procedimientos, han sido a través de relaciones funcionales entre características dasométricas, principalmente incrementos, propiedades de los suelos y características topográficas de los terrenos. Aun cuando en ciertos casos, principalmente cuando la vegetación es inexistente, tales relaciones sólo se llevan a cabo entre propiedades de los suelos y características topográficas. (Rivera y Zepeda).

Algunas de las características topográficas de uso más frecuente son la exposición del terreno, la forma del relieve y la pendiente de los terrenos. (Rivera y Zepeda).

Conviene señalar que el grado de subjetividad de los factores considerados en estos métodos, principalmente la forma de valorarlos y/o ponderarlos, es bastante alto. (Rivera y Zepeda).

#### **2.4. Factores Edáficos**

Los árboles obtienen agua y minerales del suelo a través de sus raíces. El suelo provee una base para que las raíces sustenten el tronco y la corona. Si el suelo no tiene la capacidad suficiente como para cumplir con esas necesidades, se verá afectado el crecimiento del árbol.

La importancia que tiene el suelo dentro del terreno forestal surge de sus tres funciones principales en lo relativo al crecimiento de los árboles: la nutrición mineral, su aporte de agua y el apoyo de naturaleza física que le da a la planta.

Los suelos forestales, en general, son deficientes en agua. Cada año, durante parte de la estación de crecimiento, contienen únicamente cantidades mínimas de los minerales esenciales para el crecimiento vegetal. Sin embargo, los árboles son

capaces de tener un crecimiento aceptable sobre la mayor parte de los suelos debido a que su naturaleza perenne les permite extender sus raíces dentro de todos los niveles que componen el suelo, capaces de abastecer el agua y los minerales esenciales para el crecimiento arbóreo. Al mismo tiempo, el sistema extensivo de raíces tiene la capacidad de sustentar la parte aérea bajo condiciones de tormenta de viento, salvo en casos excepcionales.

Los suelos se componen de sólidos, líquidos y gases mezclados en proporciones variables. Las cantidades relativas de aire y agua presentes, dependen mucho de la intensidad de las uniones entre las partículas sólidas. Los agregados de partículas pequeñas tienden a ser muy distintos de los que constan de partículas grandes. Tanto la textura del suelo (una evaluación del tamaño de sus partículas) como la estructura (la manera en que las partículas se unen entre sí) influyen en la magnitud del volumen de poros y en la distribución del mismo. El espesor, la textura, estructura y porosidad y consistencia son importantes propiedades físicas de los suelos. Estas son llamadas propiedades físicas, las cuales son las que pueden evaluarse por inspección visual o por el tacto.

En la zona de páramo propiamente dicho (entre 3,400 y 4,000 msnm) se encuentran suelos con perfiles AC. El horizonte A negro es bastante profundo (más de 50 cm) y es donde se lleva a cabo la mayor acumulación de materia orgánica a causa de la concentración de raíces cerca de la superficie y por la descomposición de residuos, en cuanto al horizonte C es aquel suelo o material de partida. Son suelos de textura media con propiedades ándicos, alofánicos, no ácidos pero con bastante vidrio volcánico. En este tipo de suelos, los cultivos llegan hasta alturas entre los 3,600 y 3,700 msnm.

En la zona entre los 3,000 y 3,400 msnm se puede encontrar suelos negros, profundos, francos a arenosos derivados de materiales piroclásticos con menos del 30 % de arcilla en el primer metro.

A continuación se describen taxonómicamente los diferentes tipos de suelo:

#### **2.4.1. Orden Entisoles**

Se caracterizan por la poca o ninguna evidencia de formaciones de horizontes pedogénicos. Generalmente se encuentran sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación, o donde la acumulación de materiales es continua.

Este orden de suelos se localiza en las tres provincias: en mayor proporción al noreste de la provincia de Pichincha (al sur de la Línea de Transmisión), en pequeñas áreas al este de la Provincia de Imbabura (centro de la Línea de Transmisión) y finalmente solo una pequeña área al este de la Provincia de Carchi.

##### **2.4.1.1. Suborden Psamments**

Son suelos con predominio de materiales arenosos de depósitos recientes, tienen muy baja capacidad de retención de agua y cuando están secos y descubiertos son muy susceptibles a la erosión eólica; su contenido de materia orgánica es bajo (< 1 %) y en general son muy profundos).

##### **2.4.1.2. Suborden Orthents**

Son los entisoles primarios formados sobre superficies de erosión reciente, correspondientes a áreas templadas a cálidas y húmedas. La erosión puede generarse por procesos geológicos o actividades antrópicas, que han dejado expuesto a la superficie material grueso tales como arenas, gravas, rocas, cangahua, etc.

### **2.4.2. Orden Inceptisoles**

Al igual que el orden Entisol se encuentra en las res provincia, pero su distribución varia presentándose en tres grandes áreas en cuanto a la franja de estudio de la línea de

Transmisión: en la zona baja – media, media (dispersada) y alta (al noreste de la Provincia del Carchi) Sus suelos evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados (sin embargo son considerados inmaduros en su evolución). Estos suelos son muy pobremente drenados a bien drenados y presentan pendientes fuertes.

#### **2.4.2.1. Suborden Andepts**

Son los Inceptisoles originados de cenizas volcánicas y su ocurrencia está en o cerca de las montañas que tienen actividad volcánica.

### **2.4.3. Orden Mollisoles**

Representan la mayoría de los suelos, ubicándose desde la parte baja – media hasta la parte alta de la franja de estudio. En su mayoría son suelos de color negro, muy comunes en las áreas de praderas que han dado lugar a la formación de un horizonte superior de gran espesor. Estos suelos también presentan procesos de traslocación de arcillas que permitirían la formación de un horizonte de iluviación o argílico.

#### **2.4.3.1. Suborden Udolls**

Son suelos más o menos bien drenados de las regiones climáticas húmedos, por lo que el suelo no permanece seco ni siquiera 90 días o 60 días acumulados, se presenta en condiciones que van de frías a cálidas.

#### **2.4.3.2. Suborden Ustolls**

##### **a) Durustolls (Mc2)**

Se encuentran en zonas secas y templadas, en que la Cangahua subyacente se halla a un metro de profundidad y bajo un nivel pardo oscuro de carbonato de calcio, y pH neutro ligeramente alcalino. Están dispuestos al norte y centro del Callejón Interandino.

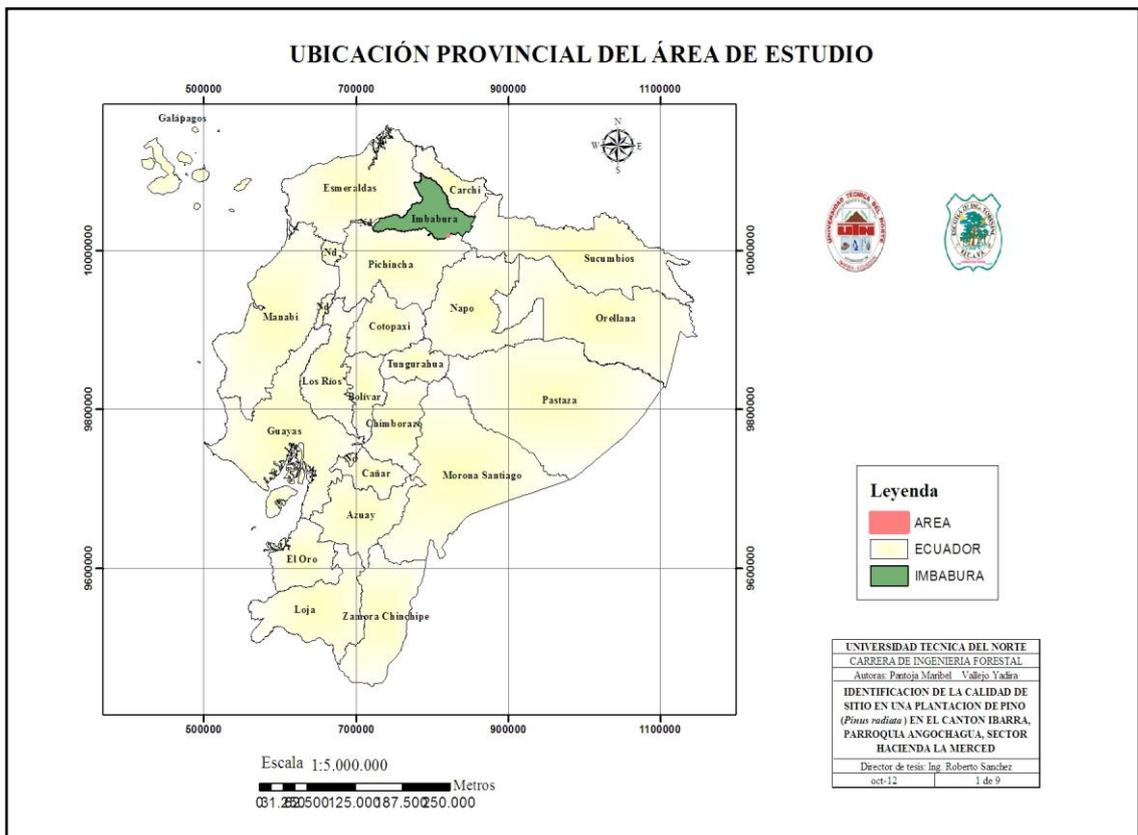
## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

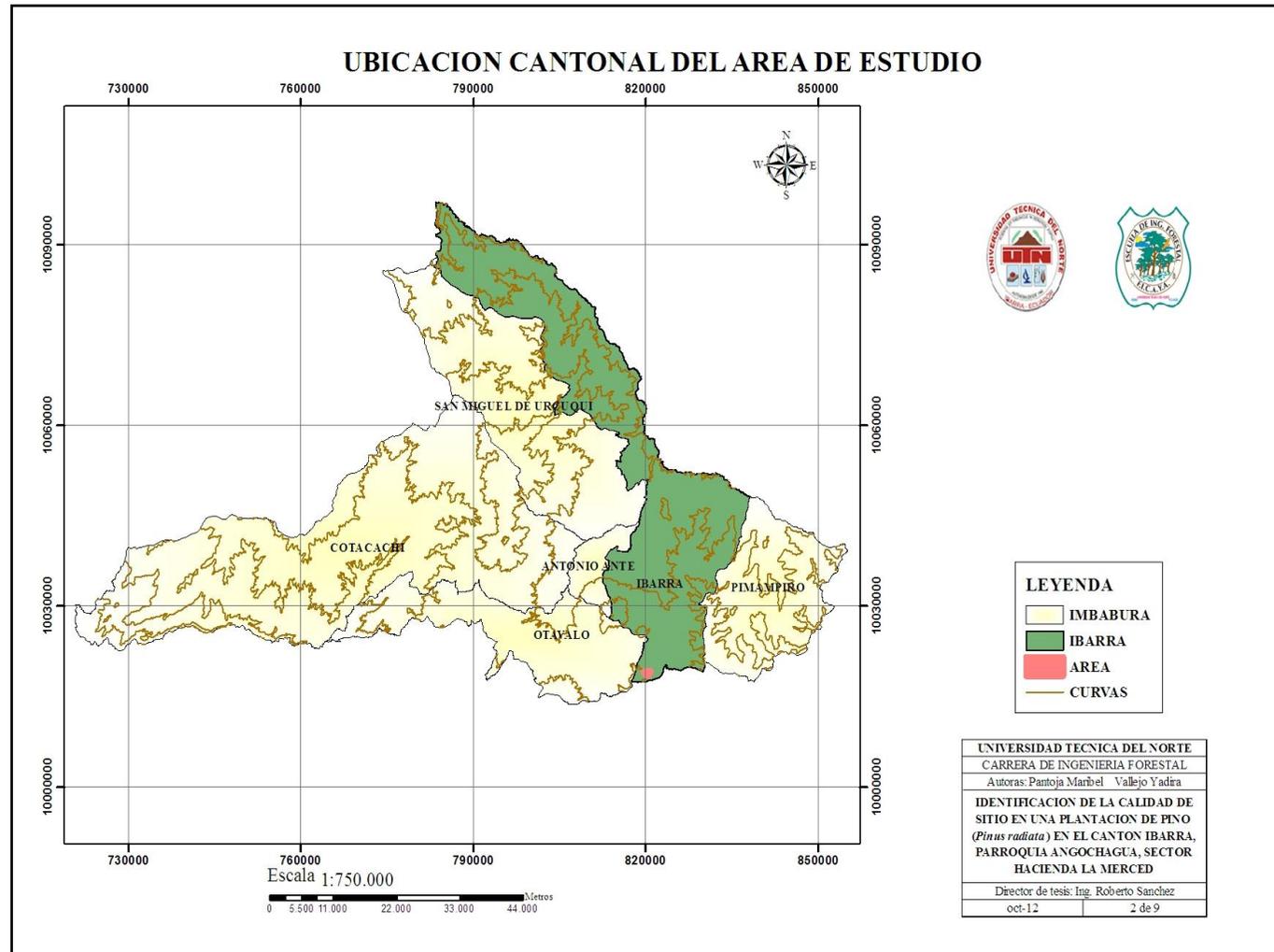
#### 3.1. Descripción del área de estudio

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.

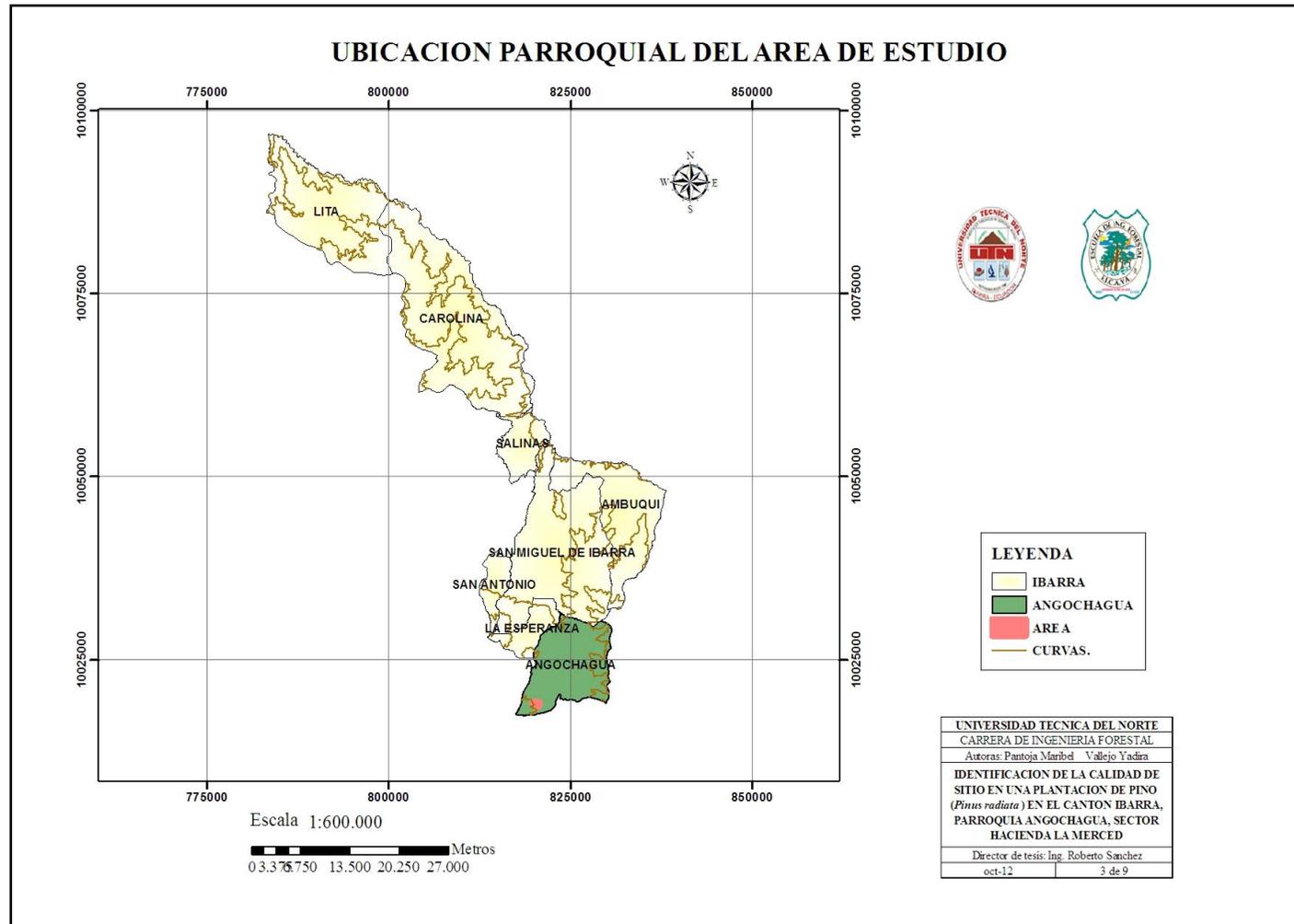
#### Mapa 1: Ubicación provincial del área de estudio



**Mapa 2: Ubicación cantonal del área de estudio**



**Mapa 3: Ubicación parroquial del área de estudio**



**Cuadro 1: Datos climáticos del área de estudio**

<b>Parámetro</b>	<b>Datos climáticos</b>
<b>Zona de vida</b> según Holdrige	Bosque muy húmedo montano (bmhM)
<b>Altitud</b>	3350 msnm
<b>Temperatura máxima anual</b>	30.2 <sup>0</sup> C
<b>Temperatura mínima anual</b>	2.6 <sup>0</sup> C
<b>Temperatura promedio anual</b>	13.19 <sup>0</sup> C
<b>Precipitación media anual</b>	1124,4 – 2000 mm/anuales
<b>Dirección del viento</b>	Norte - Sur
<b>Humedad Relativa</b>	70%

**Fuente:** Termómetro ambiental TESTO. Imbabura 2005

**Elaboración:** Las autoras

### **3.2. Materiales e instrumentos**

#### **3.2.1. Materiales**

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

#### **3.2.2. Instrumentos**

- GPS
- Cámara digital
- Hipsómetro

- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Clinómetro
- Computadora
- Calculadora

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Trabajo de campo**

##### **3.3.1.1. 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. Ver anexo 3



##### **3.3.1.2. 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 delimito parcelas circulares de 300m<sup>2</sup> 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. Ver anexo 5 y 6



### **3.3.1.3. Variables dasométricas**

#### **3.3.1.3.1. Medición de altura total**

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



#### **3.3.1.3.2. 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. Ver anexo 1

#### **3.3.1.4. 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. Ver anexo 8



#### **3.3.2. Trabajo de gabinete**

##### **3.3.2.1. 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

### 3.3.2.2. Determinación del DAP promedio por parcela

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

$$DAP_p = \sum DAP / n$$

Donde

$DAP_p$  = DAP promedio (cm)

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

$n$  = número de árboles en la parcela

### 3.3.2.3. Determinación del área basal (AB)

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

$$AB = [\Pi (DAP)^2] / 4$$

Donde

$AB$  = área basal (m<sup>2</sup>)

$\Pi$  = 3.1416

$DAP^2$  = diámetro a la altura del pecho elevado al cuadrado (cm<sup>2</sup>)

4 = constante

### **3.3.2.3.1. Determinación del área basal (AB) promedio por parcela**

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

$$ABp = \sum AB / n$$

Donde

ABp= área basal promedio (m<sup>2</sup>)

$\sum AB$ = sumatoria de AB (m<sup>2</sup>)

n= número de árboles en la parcela

### **3.3.2.3.2. Determinación del área basal (AB) por calidad de sitio**

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

$$ABc = \sum ABp$$

Donde

ABc= área basal por estrato (m<sup>2</sup>)

$\sum ABp$ = sumatoria de área basal promedio por parcela (m<sup>2</sup>)

### **3.3.2.3.3. Determinación del área basal (AB) promedio por calidad de sitio**

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

$$Abpc = \sum ABp / N$$

Donde

Abpc=área basal promedio por estrato (m<sup>2</sup>)

$\sum ABp$ = sumatoria de área basal promedio por parcela (m<sup>2</sup>)

N=número de parcela en cada estrato

Ver anexo 2

#### **3.3.2.4. Estratificación**

La estratificación se estableció de acuerdo a la altura promedio obtenida de cada unidad de medida (parcela). Para la simbología de los estratos se designó números arábigos (1,2,3,4).

#### **3.3.2.5. 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).

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

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

$$\mathbf{IMA_{15} = AB/ T}$$

Donde:

IMA<sub>15</sub>= incremento medio anual (m<sup>2</sup>)

AB= área basal (m<sup>2</sup>)

T= edad (años)

#### **3.3.2.6.1. 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:

$$\mathbf{IMA_{15p} = ABp/ T}$$

Donde:

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

ABp= área basal por parcela (300 m<sup>2</sup>)

T= edad (años)

### **3.3.2.6.2. 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

### **3.3.2.6.3. 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)

### **3.3.3. 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.

### **3.4. Variables evaluadas**

#### **3.4.1. Variables dendrométricas**

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

#### **3.4.2. Variables edáficas**

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

#### **3.4.3. Variables fisiográficas**

- Inclinação de pendiente

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del presente estudio se encontraron los siguientes resultados:

#### 4.1. 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 2: 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

#### **4.1.1. 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.

#### **4.1.2. Área Basal por hectárea $m^2$**

##### **4.1.2.1. 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.

#### 4.2. Características físico-químicas del suelo

**Cuadro 3: Características físico-químicas del suelo sitio 1**

<b>Calidad de sitio I</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>	<b>Características</b>
Textura	----	Franco
Materia orgánica	2,51 %	Bajo
pH	5,68	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica	0,118 ms/cm	No salino
N	53,69 ppm	Medio
P	11,1 ppm	Medio
K	0,32 meq/100ml	Medio
Ca	9,12 meq/100ml	Alto
Mg	1,6 meq/100ml	Alto

Fuente: Labonor, 2012

Elaborado por: Las autoras

**Cuadro 4: Características físico-químicas del suelo sitio II**

<b>Calidad de sitio II</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>	<b>Características</b>
Textura	---	Franco
Materia orgánica	4,10 %	Medio
pH	5,49	Ácido
Conductividad eléctrica	0,112 ms/cm	No salino
N	82 ppm	Alto
P	10,59 ppm	Medio
K	0,32 meq/100ml	Medio
Ca	10,58 meq/100ml	Alto
Mg	1,60 meq/100ml	Alto

Fuente: Labonor, 2012

Elaborado por: Las autoras

**Cuadro 5: Características físico-químicas del suelo sitio III**

<b>Calidad de sitio III</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>	<b>Características</b>
Textura	---	Franco
Materia orgánica	5,36 %	Alta
pH	5,26	Acido
Conductividad eléctrica	0,110 ms/cm	No salino
N	102,66 ppm	Alto
P	10,73 ppm	Medio
K	0,30 meq/100ml	Medio
Ca	9,73 meq/100ml	Alto
Mg	1,51 meq/100ml	Alto

Fuente: Labonor, 2012

Elaborado por: Las autoras

**Cuadro 6: Características físico-químicas del suelo sitio IV**

<b>Calidad de sitio IV</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>	<b>Características</b>
Textura	---	Franco
Materia orgánica	5,06 %	Alta
pH	5,64	Ligeramente acido
Conductividad eléctrica	0,108 ms/cm	No salino
N	91,44 ppm	Alto
P	11,09 ppm	Medio
K	0,24 meq/100ml	Medio
Ca	9,96 meq/100ml	Alto
Mg	1,88 meq/100ml	Alto

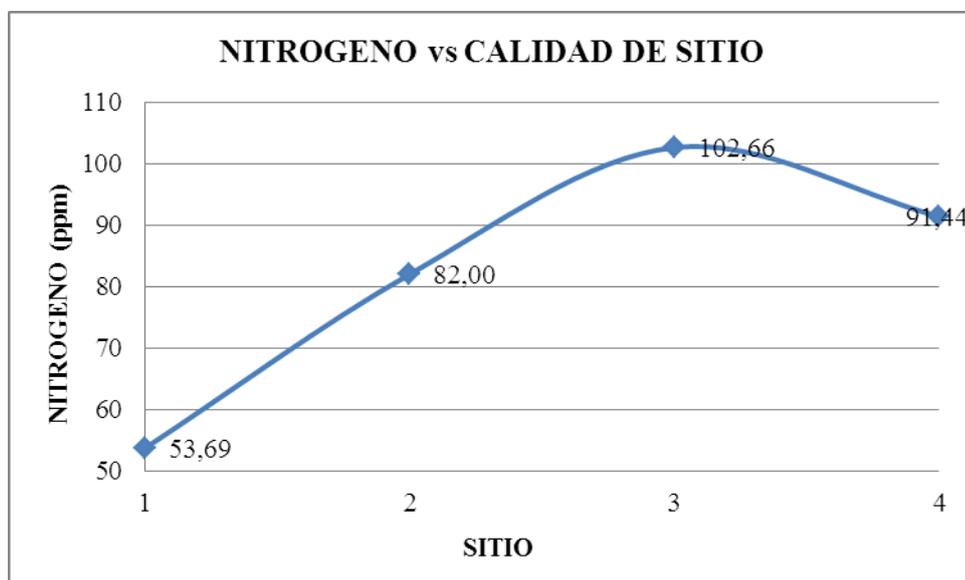
Fuente: Labonor, 2012

Elaborado por: Las autoras

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 macronutrientes 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.

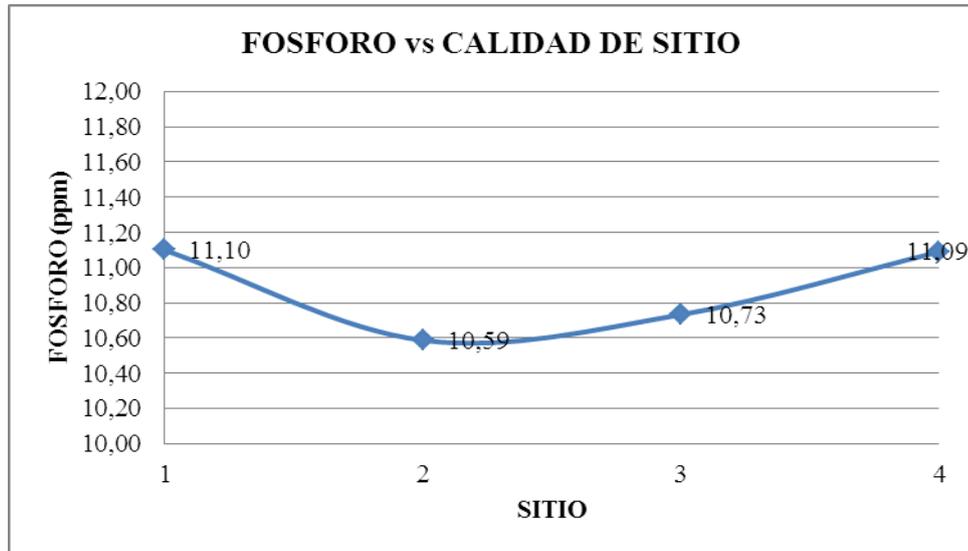
**Gráfico 1. Curva de representación nitrógeno vs calidad de sitio**



Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa que la concentración del nitrógeno de la calidad de sitio I con 53,60 ppm, es menor en relación a las calidades de sitio II, III y IV, con 82,0 ppm, 102,66 ppm y 91,44 ppm respectivamente, que se encuentra en mayor concentración.

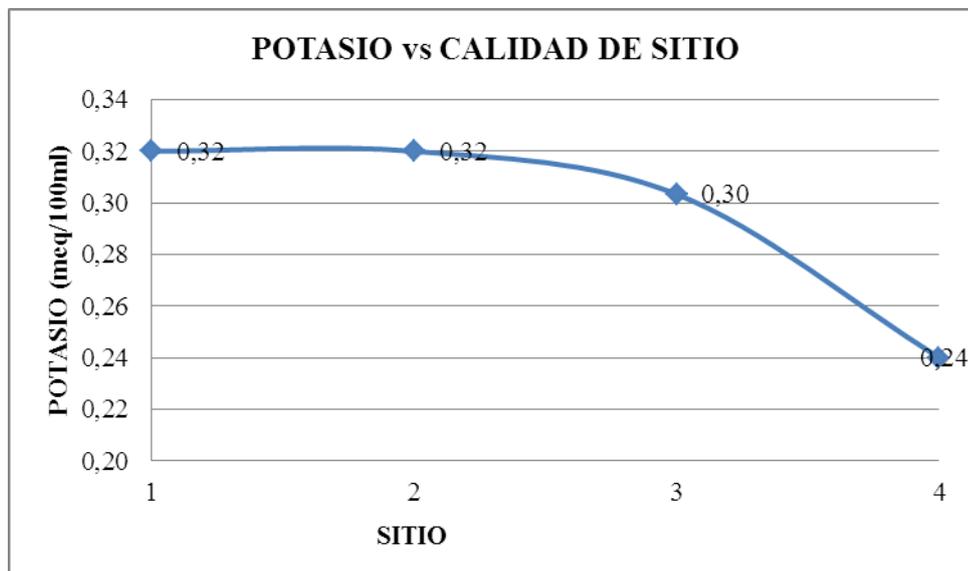
**Gráfico 2. Curva de representación fosforo vs calidad de sitio**



Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa que la concentración de fosforo en las cuatro calidades de sitio no presenta una diferencia significativa.

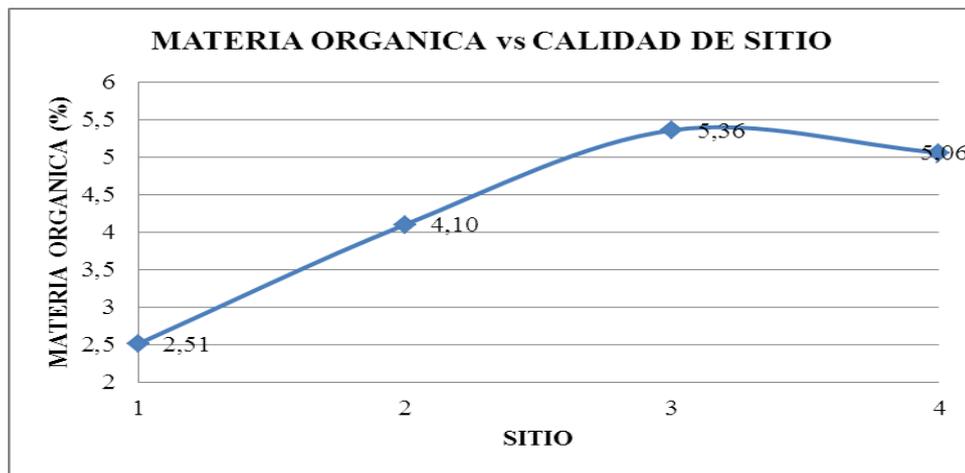
**Gráfico 3. Curva de representación potasio vs calidad de sitio**



Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa la concentración de potasio en las calidades de sitio I, II y III con 0,32 meq/100ml, 0,32 meq/100ml y 0,30 meq/100ml, respectivamente, no presenta una variación significativa a excepción de la calidad de sitio IV con 0,24 meq/100ml, que tiende a disminuir.

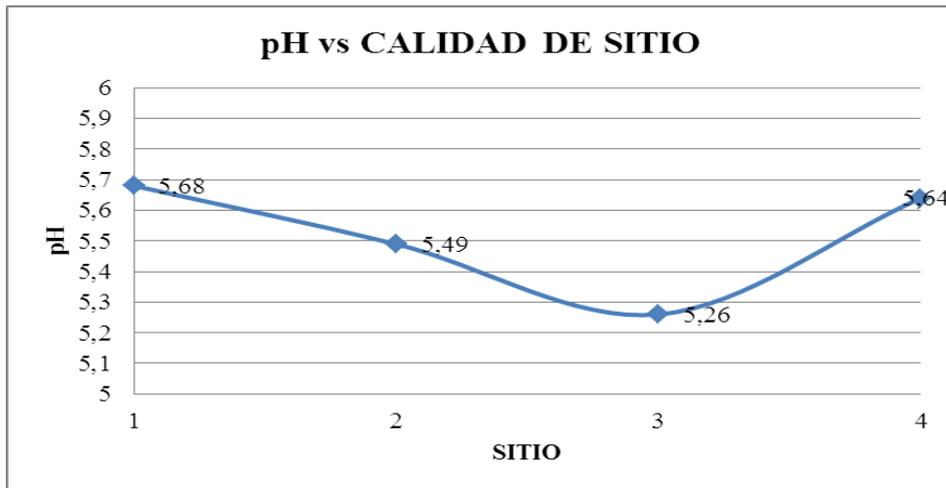
**Gráfico 4. Curva de representación materia orgánica vs calidad de sitio**



Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa que la concentración de la materia orgánica en la calidad de sitio I con 2,51 % es menor en relación a las calidades de sitio II, III y IV con 4,10 %, 5,36 % y 5,06 %, respectivamente, que se encuentra en mayor concentración.

**Gráfico 5. Curva de representación pH vs calidad de sitio**

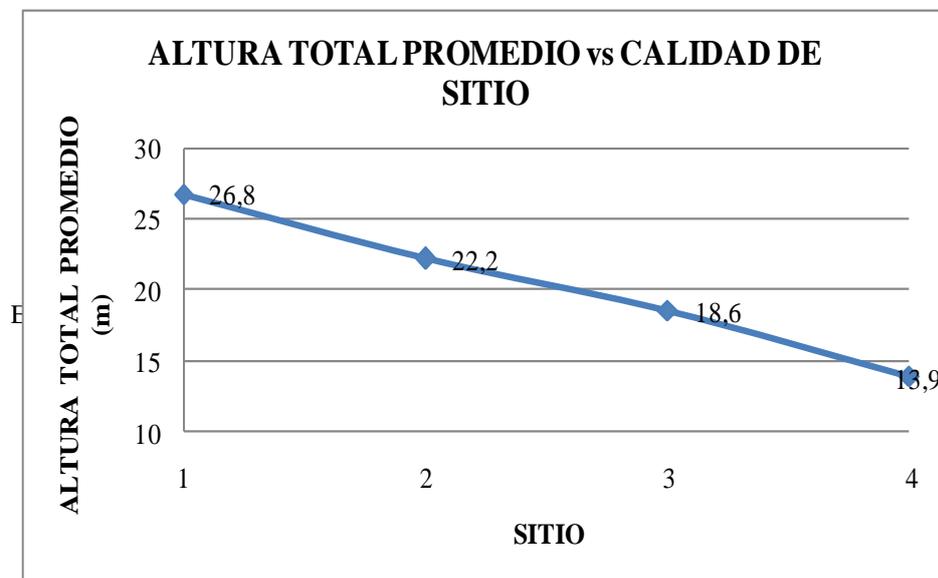


Elaboración: Las autoras

En el gráfico se observa el pH en las calidades de sitio I, II y IV con 5,68; 5,49 y 5,64 respectivamente, no presenta una variación significativa a excepción de la calidad de sitio III con 5,26, que tiende a disminuir.

#### **4.3. Calidad de Sitio**

**Gráfico 6. Curva de representación altura total promedio vs calidad de sitio**



En el gráfico de altura total promedio vs calidad de sitio se observa que la altura disminuye progresivamente de la calidad de sitio I con una altura total promedio de 26,8 m a las calidades de sitio II, III, y IV con 22,2 m, 18,6 m y 13,9 m respectivamente, a medida que los rangos de altura total promedio para cada sitio disminuyen.

#### **4.3.1. 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.

#### **4.3.2. 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.

#### **4.3.3. 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

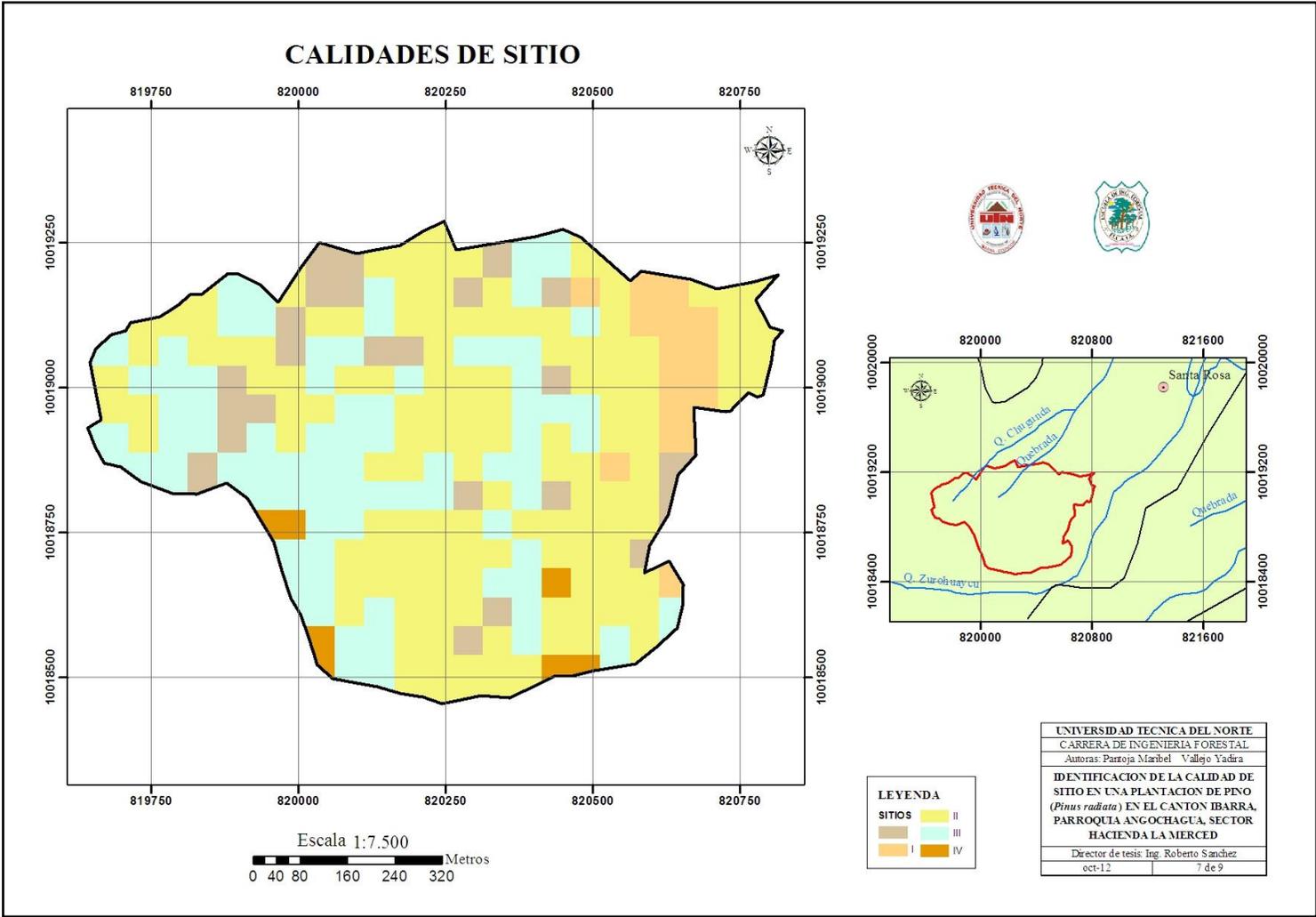
formación, con una pendiente que oscila entre 50-70 %, los árboles en esta calidad de sitio con un rango de altura total de 15,1 - 20 m; se encontró una altura promedio de 18,6 m; calificándola como una calidad de sitio buena de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas que presenta el área de estudio.

#### **4.3.4. La calidad de sitio IV**

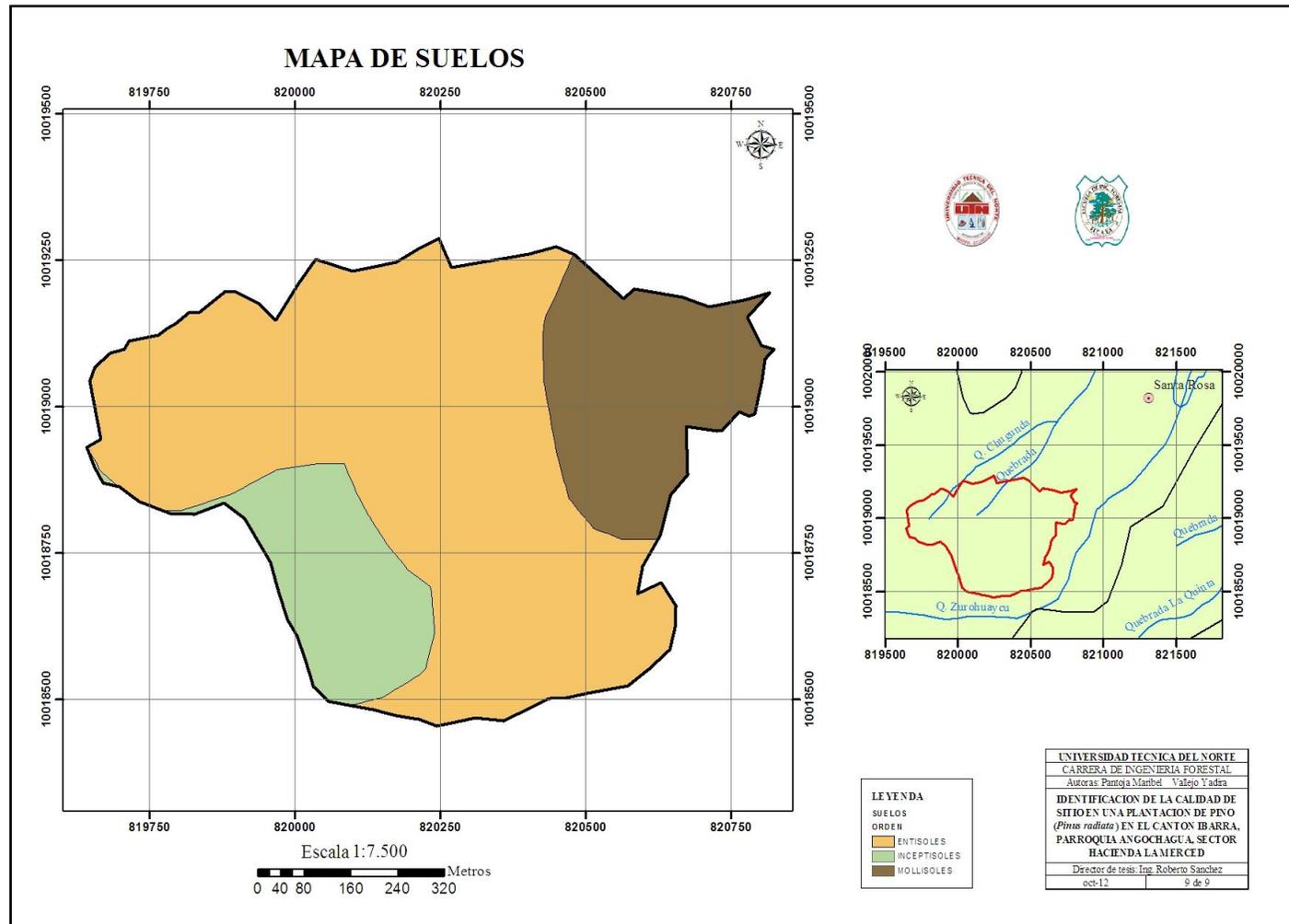
Localizada en el orden Inceptisol, suborden Andepts, caracterizado por la presencia de un suelo pseudo limoso o pseudo limo-arenoso, muy negro con retención de agua 20 a 50% a pF 3 (pF = potencial capilar) sobremuestra sin desecación, con una pendiente que oscila entre 25-50 %, los árboles en esta calidad 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.

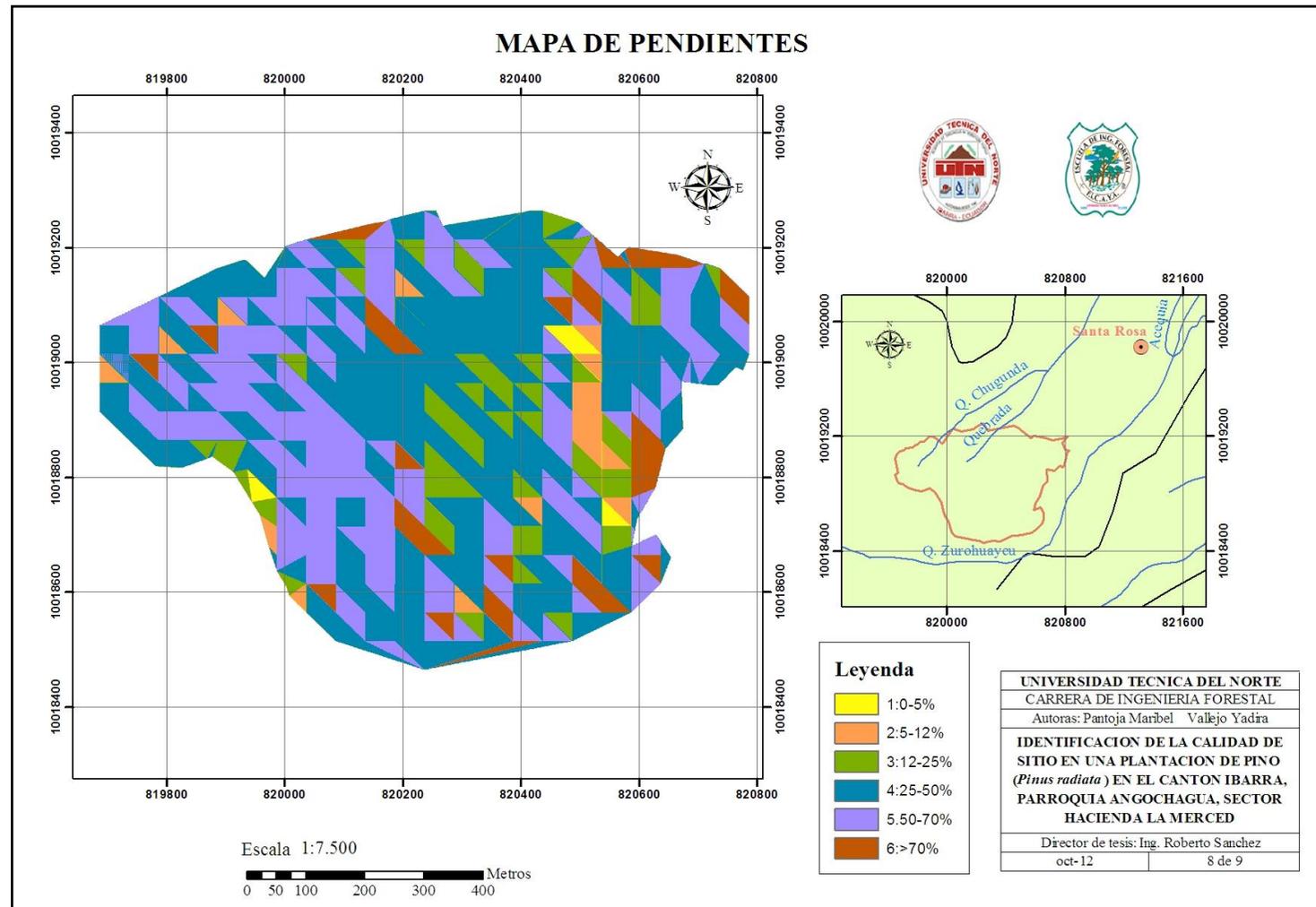
**Mapa 4: Identificación de calidades de sitio en el área de estudio**



Mapa 5: Tipos de suelos presentes en el área de estudio



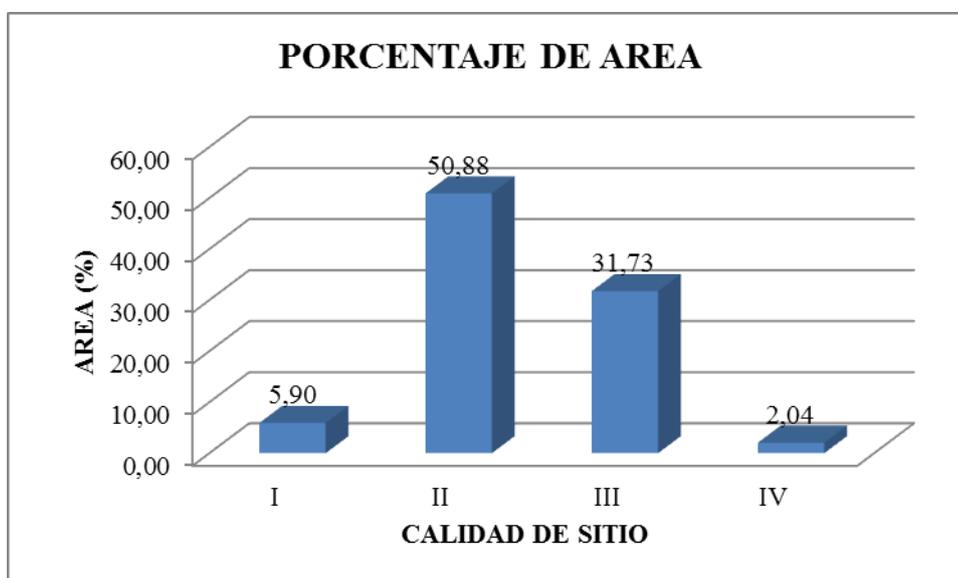
**Mapa 6: Pendientes presentes en el área de estudio**



**Cuadro 7: Calidad de sitio**

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

**Gráfico 7. 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.

**Cuadro 8: Calidad de sitio y producción**

CALIDAD DE SITIO	RANGO (cm)	Nº PARC / CALIDAD	DAP PROM / CALIDAD (cm)	H PROM / CALIDAD (m)	AB PROM / PARCELA m2/300m2	IMA <sub>15</sub> AB / PARCELA m2/300m2	SUPERFICIE / CALIDAD DE SITIO (ha)	IMA <sub>15</sub> AB/ha m2/ha
I	25,1-30	14	27	26,8	0,35	0,024	3,71	0,78
II	20,1-25	125	27,2	22,2	0,34	0,022	31,98	0,76
III	15,1-20	77	26,3	18,6	0,29	0,02	19,94	0,64
IV	10,0-15	5	27,9	13,9	0,35	0,024	1,28	0,78

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.

#### 4.4. Respuesta a las preguntas directrices

- ¿Existen relaciones entre los macroelementos en las diferentes clases de sitio?

La relación de macroelementos en las diferentes clases de sitio las podemos apreciar en función de los porcentajes obtenidos en los análisis realizados (Ver cuadros 3,4,5,6)

- ¿El análisis de la calidad de sitio presenta las mismas características dentro del área de estudio?

En el área de estudio las características edáficas y fisiográficas de cada calidad de sitio son diferentes como son: la ubicación altitudinal, la pendiente y el tipo de suelo, que son los componentes que han permitido identificar las cuatro calidades de sitio dentro de la plantación.

- ¿Existe diferencias en el desarrollo de los árboles en las diferentes clases de sitio identificadas?

En base a los resultados obtenidos de los parámetros dasométricos: incremento medio anual ( $IMA_{15}$ ) por clase de sitio de área basal por hectárea 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, e incremento medio anual ( $IMA_{15}$ ) por clase de sitio de altura total promedio con  $1,79 m/año$ ,  $1,48 m/año$ ,  $1,24 m/año$ ,  $0,93 m/año$ , para las calidades de Sitio I, II, III y IV respectivamente, se infiere que el incremento de área basal por hectárea es similar dentro del área de estudio. Y con respecto a la altura se concluye que si existe una diferencia entre la calidad de Sitio I con respecto a la calidad de Sitio IV.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. 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 IMA<sub>15</sub> del área basal por hectárea se concluye que en el área de estudio no ha existido un manejo en la plantación.

## 5.2. 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.

## **CAPÍTULO VI**

### **RESUMEN**

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.

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 arboles de los otros sitios. Ya que como lo indica la bibliografía esta especie requiere alta luminosidad.

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 de la especie.

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

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.

## **CAPÍTULO VII**

### **SUMMARY**

In the province of Imbabura, specifically in the Angochagua's parish, sector La Merced, the establishment of forest plantations have been made available without prior study or analysis of climatic and edaphic requirements of each species such as pine, reason which the species is not expected to reach production shift to cut down.

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.

For identification of the quality of site as the direct method was used which is based on the dominant height or greater height, for the present study were

considered heights comprising between 10 m to 30 m, 5m ranges, it allows identified four qualities of existing site in the area study, appreciated a difference of 12.9-m between the quality of site I, which is considered very good, and the quality of site IV, which is considered as development of the species.

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.

If there are not studies about the ground before running a plantation, or if these are insufficient, it is recommended that reforesters effectuate at least some guide about the ground to determine site conditions.

## CAPÍTULO VIII

### 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 *Pinus patula* 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.u-cursos.cl/forestal/2011/1/MF004/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=487177](https://www.u-cursos.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. **ESCOBEDO LÓPEZ, MA.** (1995). Índices de sitio para *Pinus pseudostrobus* 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](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 *Eucalyptus deglupta* 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* Moreletvar. 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](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](http://www.ecured.cu/index.php/Pino_insigne). Acceso: 12-06-2012, 16h00

**16. PINUS RADIATA**

[http://www.Wikisilva/Aula silvicultura/Pino](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

## CAPÍTULO IX

### ANEXOS

#### Anexo 1: Datos de alturas y diámetros promedio

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
1	24.7	23.25	0.296
2	27.5	22.17	0.374
3	26.8	22.13	0.348
4	30.3	22.83	0.453
5	26.4	24.13	0.340
6	25.4	22.96	0.312
7	24.6	25.00	0.292
8	27.0	24.75	0.356
9	25.0	25.50	0.301
10	27.3	26.92	0.358
11	25.3	26.79	0.307
12	31.2	19.58	0.468
13	26.1	25.88	0.328
14	X	X	X
15	28.2	27.67	0.379
16	27.9	27.79	0.373
17	25.5	28.75	0.312
18	24.7	27.63	0.295
19	28.5	26.46	0.393
20	27.1	25.50	0.354
21	28.5	27.88	0.386
22	28.2	27.92	0.384
23	29.6	24.96	0.437

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
24	26.7	<b>21.33</b>	<b>0.351</b>
25	28.2	<b>23.17</b>	<b>0.381</b>
26	30.5	<b>24.75</b>	<b>0.448</b>
27	30.6	<b>20.92</b>	<b>0.472</b>
28	27.0	<b>21.13</b>	<b>0.347</b>
29	27.7	<b>23.50</b>	<b>0.366</b>
30	X	X	X
31	28.7	<b>24.96</b>	<b>0.399</b>
32	29.5	<b>21.83</b>	<b>0.438</b>
33	30.5	<b>24.54</b>	<b>0.447</b>
34	26.8	<b>18.42</b>	<b>0.345</b>
35	28.2	<b>21.08</b>	<b>0.377</b>
36	26.2	<b>21.75</b>	<b>0.337</b>
37	24.8	<b>23.21</b>	<b>0.295</b>
38	28.2	<b>22.58</b>	<b>0.379</b>
39	28.9	<b>23.42</b>	<b>0.397</b>
40	28.0	<b>25.42</b>	<b>0.388</b>
41	25.9	<b>23.42</b>	<b>0.318</b>
42	28.9	<b>23.58</b>	<b>0.402</b>
43	28.5	<b>24.96</b>	<b>0.387</b>
44	27.2	<b>24.88</b>	<b>0.360</b>
45	25.3	<b>22.46</b>	<b>0.304</b>
46	26.0	<b>20.88</b>	<b>0.325</b>
47	27.1	<b>22.08</b>	<b>0.371</b>
48	28.3	<b>25.75</b>	<b>0.383</b>
49	22.8	<b>18.50</b>	<b>0.250</b>
50	26.6	<b>21.21</b>	<b>0.341</b>
51	26.7	<b>20.83</b>	<b>0.342</b>
52	26.0	<b>19.00</b>	<b>0.321</b>
53	28.9	<b>19.54</b>	<b>0.402</b>
54	25.6	<b>21.33</b>	<b>0.312</b>
55	30.2	<b>21.88</b>	<b>0.445</b>
56	26.8	<b>23.33</b>	<b>0.347</b>
57	26.4	<b>21.13</b>	<b>0.339</b>

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
58	27.8	22.79	0.371
59	26.8	22.63	0.342
60	26.3	21.04	0.338
61	25.3	13.08	0.315
62	28.5	13.21	0.389
63	27.9	21.13	0.373
64	28.0	21.75	0.368
65	30.6	14.25	0.462
66	26.2	20.50	0.332
67	26.8	22.17	0.340
68	X	X	X
69	25.3	22.54	0.312
70	27.3	22.75	0.357
71	26.5	17.13	0.350
72	X	X	X
73	30.7	22.21	0.452
74	28.4	21.29	0.397
75	X	X	X
76	22.9	15.42	0.255
77	29.2	19.83	0.405
78	24.8	19.00	0.294
79	26.2	19.04	0.331
80	25.1	21.00	0.304
81	26.6	18.92	0.348
82	29.3	19.50	0.408
83	28.4	18.58	0.395
84	26.6	18.29	0.336
85	28.8	17.38	0.408
86	31.5	19.69	0.327
87	27.4	21.33	0.360
88	28.8	17.42	0.394
89	28.7	17.96	0.397
90	22.2	19.58	0.271
91	22.6	19.71	0.256

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
92	25.8	<b>22.38</b>	<b>0.328</b>
93	26.5	<b>20.79</b>	<b>0.334</b>
94	23.9	<b>23.13</b>	<b>0.271</b>
95	X	X	X
96	34.4	<b>18.50</b>	<b>0.373</b>
97	28.4	<b>22.42</b>	<b>0.384</b>
98	25.6	<b>19.08</b>	<b>0.324</b>
99	27.2	<b>20.96</b>	<b>0.356</b>
100	27.9	<b>18.88</b>	<b>0.375</b>
101	27.7	<b>22.00</b>	<b>0.364</b>
102	28.1	<b>20.92</b>	<b>0.378</b>
103	28.6	<b>21.50</b>	<b>0.333</b>
104	30.9	<b>18.67</b>	<b>0.234</b>
105	24.6	<b>21.63</b>	<b>0.292</b>
106	24.9	<b>22.04</b>	<b>0.295</b>
107	X	X	X
108	31.1	<b>21.10</b>	<b>0.387</b>
109	X	X	X
110	23.4	<b>22.63</b>	<b>0.269</b>
111	30.1	<b>19.35</b>	<b>0.374</b>
112	27.2	<b>22.67</b>	<b>0.354</b>
113	28.6	<b>21.83</b>	<b>0.395</b>
114	25.3	<b>22.21</b>	<b>0.302</b>
115	27.0	<b>22.04</b>	<b>0.361</b>
116	X	X	X
117	26.5	<b>21.79</b>	<b>0.334</b>
118	28.9	<b>22.17</b>	<b>0.401</b>
119	29.2	<b>23.50</b>	<b>0.409</b>
120	25.0	<b>21.42</b>	<b>0.309</b>
121	X	X	X
122	28.2	<b>21.58</b>	<b>0.391</b>
123	25.8	<b>21.08</b>	<b>0.318</b>
124	24.7	<b>20.63</b>	<b>0.295</b>
125	24.9	<b>20.88</b>	<b>0.330</b>

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
126	26.0	22.13	0.323
127	27.1	22.54	0.357
128	27.4	20.25	0.179
129	27.1	22.25	0.349
130	29.5	20.00	0.285
131	24.3	19.54	0.281
132	28.8	21.83	0.397
133	27.2	23.54	0.358
134	26.5	22.13	0.338
135	24.3	21.00	0.288
136	24.8	21.63	0.300
137	25.4	22.42	0.308
138	33.1	22.58	0.528
139	23.5	22.10	0.220
140	28.5	22.00	0.338
141	26.3	22.88	0.339
142	25.9	21.63	0.328
143	X	X	X
144	29.0	18.75	0.268
145	31.3	21.71	0.469
146	26.1	20.54	0.325
147	26.3	22.71	0.336
148	22.3	20.00	0.159
149	28.4	21.13	0.389
150	26.3	22.10	0.278
151	23.6	21.04	0.265
152	28.6	21.88	0.396
153	25.1	21.00	0.307
154	27.4	21.83	0.353
155	25.4	19.92	0.308
156	29.5	19.94	0.279
157	25.7	18.50	0.320
158	25.6	21.79	0.322
159	24.4	20.80	0.236

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
160	26.7	<b>22.33</b>	<b>0.346</b>
161	22.1	<b>18.00</b>	<b>0.198</b>
162	29.3	<b>20.60</b>	<b>0.340</b>
163	29.4	<b>19.25</b>	<b>0.213</b>
164	27.1	<b>18.08</b>	<b>0.357</b>
165	28.7	<b>22.50</b>	<b>0.270</b>
166	X	X	X
167	25.5	<b>18.25</b>	<b>0.310</b>
168	28.3	<b>20.06</b>	<b>0.256</b>
169	29.2	<b>21.35</b>	<b>0.337</b>
170	X	X	X
171	X	X	X
172	32.8	<b>21.90</b>	<b>0.425</b>
173	23.9	<b>19.81</b>	<b>0.183</b>
174	28.4	<b>23.00</b>	<b>0.322</b>
175	24.6	<b>19.25</b>	<b>0.198</b>
176	25.2	<b>18.33</b>	<b>0.324</b>
177	26.4	<b>18.17</b>	<b>0.332</b>
178	22.9	<b>19.04</b>	<b>0.248</b>
179	26.6	<b>17.92</b>	<b>0.339</b>
180	25.8	<b>22.67</b>	<b>0.321</b>
181	27.6	<b>22.10</b>	<b>0.303</b>
182	25.1	<b>21.88</b>	<b>0.299</b>
183	24.8	<b>18.04</b>	<b>0.296</b>
184	27.5	<b>15.88</b>	<b>0.361</b>
185	28.8	<b>13.90</b>	<b>0.328</b>
186	24.9	<b>16.96</b>	<b>0.293</b>
187	25.6	<b>19.69</b>	<b>0.211</b>
188	26.4	<b>17.28</b>	<b>0.329</b>
189	25.2	<b>18.13</b>	<b>0.304</b>
190	25.4	<b>16.79</b>	<b>0.305</b>
191	22.6	<b>18.35</b>	<b>0.202</b>
192	23.4	<b>17.75</b>	<b>0.221</b>
193	27.1	<b>22.17</b>	<b>0.358</b>

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
194	28.0	<b>19.69</b>	<b>0.248</b>
195	29.7	<b>19.08</b>	<b>0.419</b>
196	27.0	<b>22.13</b>	<b>0.345</b>
197	X	X	X
198	X	X	X
199	24.5	<b>21.92</b>	<b>0.293</b>
200	X	X	X
201	X	X	X
202	30.1	<b>23.00</b>	<b>0.438</b>
203	24.8	<b>24.13</b>	<b>0.195</b>
204	27.4	<b>21.95</b>	<b>0.300</b>
205	23.6	<b>19.88</b>	<b>0.265</b>
206	27.6	<b>20.08</b>	<b>0.365</b>
207	26.2	<b>15.00</b>	<b>0.273</b>
208	25.8	<b>15.46</b>	<b>0.324</b>
209	29.3	<b>17.10</b>	<b>0.349</b>
210	23.6	<b>17.13</b>	<b>0.265</b>
211	24.1	<b>17.00</b>	<b>0.288</b>
212	26.4	<b>19.50</b>	<b>0.283</b>
213	X	X	X
214	31.2	<b>22.00</b>	<b>0.155</b>
215	26.7	<b>20.50</b>	<b>0.122</b>
216	25.3	<b>19.50</b>	<b>0.210</b>
217	27.7	<b>18.08</b>	<b>0.368</b>
218	26.0	<b>17.00</b>	<b>0.215</b>
219	30.1	<b>20.75</b>	<b>0.296</b>
220	X	X	X
221	X	X	X
222	X	X	X
223	27.7	<b>17.96</b>	<b>0.370</b>
224	X	X	X
225	24.1	<b>18.44</b>	<b>0.185</b>
226	28.3	<b>18.88</b>	<b>0.254</b>
227	25.0	<b>19.19</b>	<b>0.202</b>

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>	<b>AB m2</b>
228	23.9	<b>22.30</b>	<b>0.230</b>
229	24.8	<b>22.58</b>	<b>0.151</b>
230	34.6	<b>23.50</b>	<b>0.376</b>
231	26.7	<b>19.30</b>	<b>0.284</b>
232	33.1	<b>20.00</b>	<b>0.174</b>
233	20.7	<b>18.50</b>	<b>0.177</b>
234	21.6	<b>18.90</b>	<b>0.186</b>
235	21.5	<b>16.50</b>	<b>0.220</b>
236	25.5	<b>19.50</b>	<b>0.205</b>
237	26.3	<b>20.15</b>	<b>0.275</b>
238	22.6	<b>22.00</b>	<b>0.080</b>
239	24.7	<b>18.94</b>	<b>0.198</b>
240	27.0	<b>23.65</b>	<b>0.286</b>
241	26.1	<b>18.13</b>	<b>0.324</b>
242	27.4	<b>22.00</b>	<b>0.242</b>
243	25.9	<b>22.00</b>	<b>0.107</b>
244	24.7	<b>19.21</b>	<b>0.289</b>

x: parcelas sin individuos

**Anexo 2: Datos de alturas y diámetros promedios por calidad de sitio**

<b>CALIDAD DE SITIO I</b>		
<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
9	25.0	25.50
10	27.3	26.92
11	25.3	26.79
13	26.1	25.88
15	28.2	27.67
16	27.9	27.79
17	25.5	28.75
18	24.7	27.63
19	28.5	26.46
20	27.1	25.50
21	28.5	27.88
22	28.2	27.92
40	28.0	25.42
48	28.3	25.75
<b>PROMEDIO</b>	<b>27.0</b>	<b>26.85</b>

<b>CALIDAD DE SITIO II</b>		
<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
1	24.7	23.25
2	27.5	22.17
3	26.8	22.13
4	30.3	22.83
5	26.4	24.13
6	25.4	22.96
7	24.6	25.00
8	27.0	24.75
23	29.6	24.96

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>
24	26.7	21.33
25	28.2	23.17
26	30.5	24.75
27	30.6	20.92
28	27.0	21.13
29	27.7	23.50
31	28.7	24.96
32	29.5	21.83
33	30.5	24.54
35	28.2	21.08
36	26.2	21.75
37	24.8	23.21
38	28.2	22.58
39	28.9	23.42
41	25.9	23.42
42	28.9	23.58
43	28.5	24.96
44	27.2	24.88
45	25.3	22.46
46	26.0	20.88
47	27.1	22.08
50	26.6	21.21
51	26.7	20.83
54	25.6	21.33
55	30.2	21.88
56	26.8	23.33
57	26.4	21.13
58	27.8	22.79
59	26.8	22.63
60	26.3	21.04
63	27.9	21.13
64	28.0	21.75
66	26.2	20.50
67	26.8	22.17

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>
69	25.3	22.54
70	27.3	22.75
73	30.7	22.21
74	28.4	21.29
80	25.1	21.00
87	27.4	21.33
92	25.8	22.38
93	26.5	20.79
94	23.9	23.13
97	28.4	22.42
99	27.2	20.96
101	27.7	22.00
102	28.1	20.92
103	28.6	21.50
105	24.6	21.63
106	24.9	22.04
108	31.1	21.10
110	23.4	22.63
112	27.2	22.67
113	28.6	21.83
114	25.3	22.21
115	27.0	22.04
117	26.5	21.79
118	28.9	22.17
119	29.2	23.50
120	25.0	21.42
122	28.2	21.58
123	25.8	21.08
124	24.7	20.63
125	24.9	20.88
126	26.0	22.13
127	27.1	22.54
128	27.4	20.25
129	27.1	22.25

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
132	28.8	21.83
133	27.2	23.54
134	26.5	22.13
135	24.3	21.00
136	24.8	21.63
137	25.4	22.42
138	33.1	22.58
139	23.5	22.10
140	28.5	22.00
141	26.3	22.88
142	25.9	21.63
145	31.3	21.71
146	26.1	20.54
147	26.3	22.71
149	28.4	21.13
150	26.3	22.10
151	23.6	21.04
152	28.6	21.88
153	25.1	21.00
154	27.4	21.83
158	25.6	21.79
159	24.4	20.80
160	26.7	22.33
162	29.3	20.60
165	28.7	22.50
169	29.2	21.35
172	32.8	21.90
174	28.4	23.00
180	25.8	22.67
181	27.6	22.10
182	25.1	21.88
193	27.1	22.17
196	27.0	22.13
199	24.5	21.92

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>
202	30.1	23.00
203	24.8	24.13
204	27.4	21.95
214	31.2	22.00
215	26.7	20.50
219	30.1	20.75
228	23.9	22.30
229	24.8	22.58
230	34.6	23.50
237	26.3	20.15
238	22.6	22.00
240	27.0	23.65
242	27.4	22.00
243	25.9	22.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>27.2</b>	<b>22.17</b>

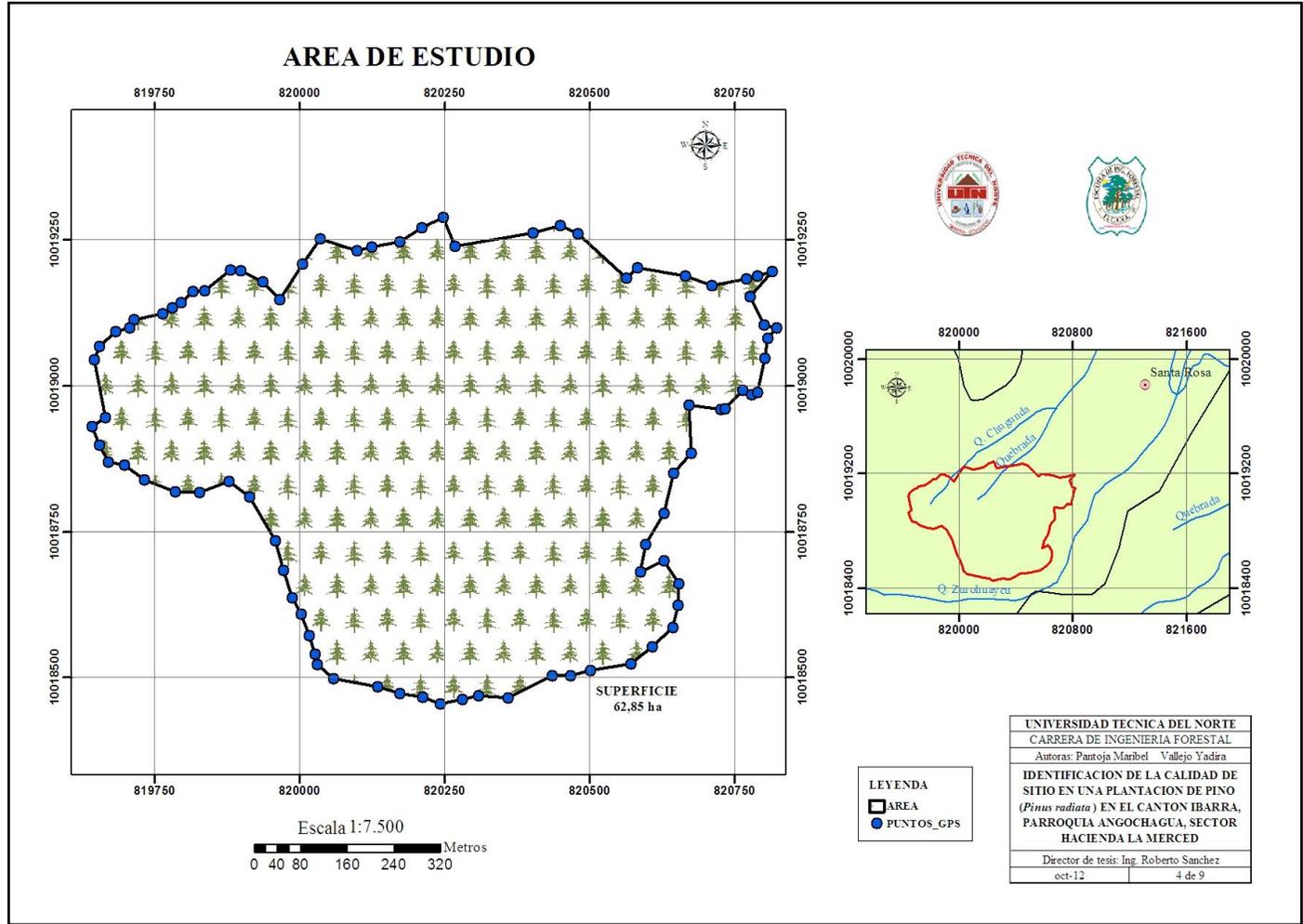
<b>CALIDAD DE SITIO III</b>		
<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
12	31.2	19.58
34	26.8	18.42
49	22.8	18.50
52	26.0	19.00
53	28.9	19.54
71	26.5	17.13
76	22.9	15.42
77	29.2	19.83
78	24.8	19.00
79	26.2	19.04
81	26.6	18.92
82	29.3	19.50

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO cm</b>	<b>H PROMEDIO m</b>
83	28.4	18.58
84	26.6	18.29
85	28.8	17.38
86	31.5	19.69
88	28.8	17.42
89	28.7	17.96
90	22.2	19.58
91	22.6	19.71
96	34.4	18.50
98	25.6	19.08
100	27.9	18.88
104	30.9	18.67
111	30.1	19.35
130	29.5	20.00
131	24.3	19.54
144	29.0	18.75
148	22.3	20.00
155	25.4	19.92
156	29.5	19.94
157	25.7	18.50
161	22.1	18.00
163	29.4	19.25
164	27.1	18.08
167	25.5	18.25
168	28.3	20.06
173	23.9	19.81
175	24.6	19.25
176	25.2	18.33
177	26.4	18.17
178	22.9	19.04
179	26.6	17.92
183	24.8	18.04
184	27.5	15.88
186	24.9	16.96

<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
187	25.6	19.69
188	26.4	17.28
189	25.2	18.13
190	25.4	16.79
191	22.6	18.35
192	23.4	17.75
194	28.0	19.69
195	29.7	19.08
205	23.6	19.88
206	27.6	20.08
208	25.8	15.46
209	29.3	17.10
210	23.6	17.13
211	24.1	17.00
212	26.4	19.50
216	25.3	19.50
217	27.7	18.08
218	26.0	17.00
223	27.7	17.96
225	24.1	18.44
226	28.3	18.88
227	25.0	19.19
231	26.7	19.30
232	33.1	20.00
233	20.7	18.50
234	21.6	18.90
235	21.5	16.50
236	25.5	19.50
239	24.7	18.94
241	26.1	18.13
244	24.7	19.21
<b>PROMEDIO</b>	<b>26.3</b>	<b>18.5922078</b>

<b>CALIDAD DE SITIO IV</b>		
<b>N° PARCELA</b>	<b>DAP PROMEDIO (cm)</b>	<b>H PROMEDIO (m)</b>
61	25.3	13.08
62	28.5	13.21
65	30.6	14.25
185	28.8	13.90
207	26.2	15.00
<b>PROM</b>	<b>27.9</b>	<b>13.9</b>

### Anexo 3: Delimitación del área



#### Anexo 4: Puntos Gps del área de estudio

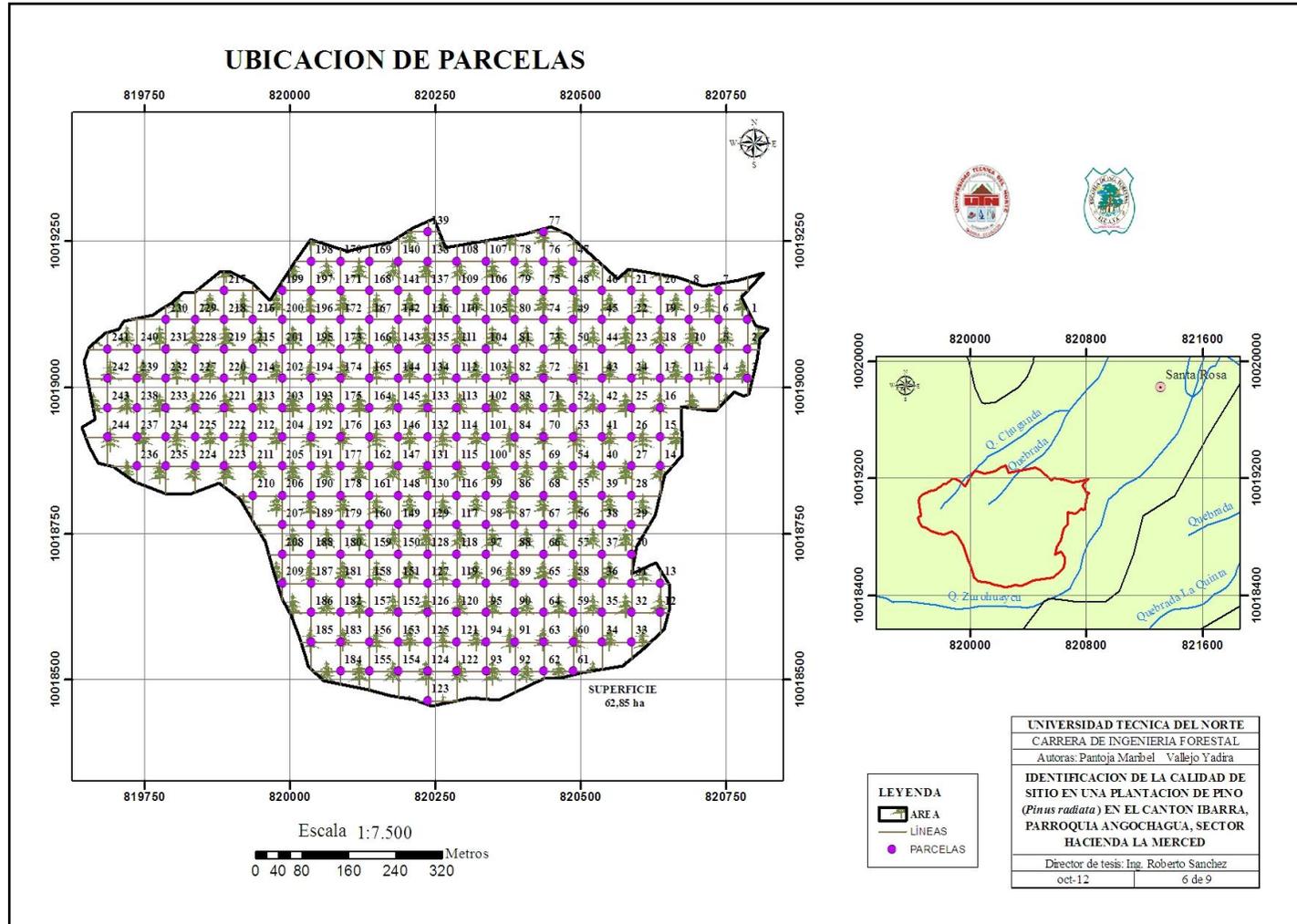
PUNTOS	X	Y
1	820564	10019184
2	820480	10019259
3	820449	10019273
4	820402	10019261
5	820268	10019238
6	820247	10019287
7	820211	10019270
8	820173	10019246
9	820124	10019237
10	820099	10019231
11	820035	10019251
12	820005	10019208
13	819966	10019147
14	819936	10019177
15	819898	10019196
16	819880	10019197
17	819836	10019162
18	819816	10019160
19	819795	10019142
20	819780	10019133
21	819764	10019122
22	819714	10019112
23	819706	10019098
24	819682	10019092
25	819655	10019067
26	819646	10019044
27	819665	10018944
28	819642	10018930
29	819654	10018897
30	819670	10018869
31	819697	10018863
32	819732	10018838
33	819785	10018818

<b>PUNTOS</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
34	819827	10018816
35	819878	10018835
36	819913	10018809
37	819958	10018734
38	819972	10018683
39	819987	10018636
40	820003	10018608
41	820016	10018571
42	820026	10018539
43	820031	10018522
44	820058	10018497
45	820134	10018483
46	820173	10018472
47	820212	10018466
48	820243	10018454
49	820280	10018462
50	820309	10018468
51	820359	10018464
52	820436	10018502
53	820467	10018503
54	820502	10018511
55	820572	10018523
56	820608	10018552
57	820644	10018585
58	820653	10018623
59	820654	10018660
60	820629	10018700
61	820588	10018680
62	820597	10018727
63	820628	10018781
64	820645	10018849
65	820675	10018884
66	820672	10018966
67	820726	10018959
68	820734	10018960
69	820764	10018991

<b>PUNTOS</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
70	820780	10018984
71	820790	10018988
72	820803	10019046
73	820808	10019081
74	820823	10019098
75	820801	10019104
76	820777	10019152
77	820815	10019195
78	820790	10019187
79	820771	10019182
80	820711	10019171
81	820666	10019187
82	820583	10019201



## Anexo 6: Ubicación parcelas

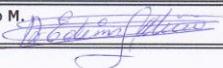


## Anexo 7: Análisis de suelos

### Anexo 7.1 Análisis de suelo para calidad de sitio I



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																											
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: YADIRA VALLEJO Ciudad: Ibarra Teléfono: 086685832 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Angochagua Sitio: La Merced																																																																																										
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: La Merced Superficie: Número de Campo: M 4.0 Cultivo Actual: Pino A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 4251 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo M.4.0 Fecha de Ingreso: 2012-09-14 Fecha de Reporte: 2012-09-19																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>53.69</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>11.10</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.32</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>9.12</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.60</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>5.68</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.118</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>2.51</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	53.69	ppm	P	11.10	ppm	S		ppm	K	0.32	meq/100 ml	Ca	9.12	meq/100 ml	Mg	1.60	meq/100 ml	Zn		ppm	Cu		ppm	Fe		ppm	Mn		ppm	B		ppm	pH	5.68		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce	0.118	mS/cm	MO	2.51	%	<b>INTERPRETACION</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> </table> <p>0 Requiere Cal 5.5      6.5      7.0      7.5      8.0</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">No Salino      Lig. Salino      Salino      Muy Salino</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table>				BAJO	MEDIO	ALTO					BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO						Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino				BAJO	MEDIO	ALTO				BAJO	MEDIO	ALTO
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																									
N	53.69	ppm																																																																																									
P	11.10	ppm																																																																																									
S		ppm																																																																																									
K	0.32	meq/100 ml																																																																																									
Ca	9.12	meq/100 ml																																																																																									
Mg	1.60	meq/100 ml																																																																																									
Zn		ppm																																																																																									
Cu		ppm																																																																																									
Fe		ppm																																																																																									
Mn		ppm																																																																																									
B		ppm																																																																																									
pH	5.68																																																																																										
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																									
Al		meq/100 ml																																																																																									
Na		meq/100 ml																																																																																									
Ce	0.118	mS/cm																																																																																									
MO	2.51	%																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																								
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																																																																																							
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.70</td> <td>5.00</td> <td>33.50</td> <td>11.04</td> <td></td> <td></td> <td>42.40</td> <td>41.20</td> <td>16.40</td> <td>FRANCO</td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	5.70	5.00	33.50	11.04			42.40	41.20	16.40	FRANCO	Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																														
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural																																																																																					
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																			
5.70	5.00	33.50	11.04			42.40	41.20	16.40	FRANCO																																																																																		



**LABONORT**  
IBARRA - ECUADOR  
ANALISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

## Anexo 7.2 Análisis de suelo para calidad de sitio II



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																											
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre: YADIRA VALLEJO Ciudad: Ibarra Teléfono: 086685832 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Angochagua Sitio: La Merced																																																																																										
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: La Merced Superficie: Número de Campo: M 3.1 Cultivo Actual: Pino A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 4247 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo M.3.1 Fecha de Ingreso: 2012-09-14 Fecha de Reporte: 2012-09-19																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>57.88</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>10.78</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.27</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>9.33</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.50</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>5.71</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.112</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>2.42</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	57.88	ppm	P	10.78	ppm	S		ppm	K	0.27	meq/100 ml	Ca	9.33	meq/100 ml	Mg	1.50	meq/100 ml	Zn		ppm	Cu		ppm	Fe		ppm	Mn		ppm	B		ppm	pH	5.71		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce	0.112	mS/cm	MO	2.42	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> <tr> <td colspan="4">0 Requiere Cal 5.5      6.5      7.0      7.5      8.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Lig. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Muy Salino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>	INTERPRETACION		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal 5.5      6.5      7.0      7.5      8.0				Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino	BAJO	MEDIO	ALTO			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino		BAJO	MEDIO	ALTO		
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																									
N	57.88	ppm																																																																																									
P	10.78	ppm																																																																																									
S		ppm																																																																																									
K	0.27	meq/100 ml																																																																																									
Ca	9.33	meq/100 ml																																																																																									
Mg	1.50	meq/100 ml																																																																																									
Zn		ppm																																																																																									
Cu		ppm																																																																																									
Fe		ppm																																																																																									
Mn		ppm																																																																																									
B		ppm																																																																																									
pH	5.71																																																																																										
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																									
Al		meq/100 ml																																																																																									
Na		meq/100 ml																																																																																									
Ce	0.112	mS/cm																																																																																									
MO	2.42	%																																																																																									
INTERPRETACION																																																																																											
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																								
0 Requiere Cal 5.5      6.5      7.0      7.5      8.0																																																																																											
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																																																																																							
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																								
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.22</td> <td>5.56</td> <td>40.11</td> <td>11.10</td> <td></td> <td></td> <td>41.60</td> <td>40.80</td> <td>17.60</td> <td>FRANCO</td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	6.22	5.56	40.11	11.10			41.60	40.80	17.60	FRANCO	Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																															
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural																																																																																						
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																			
6.22	5.56	40.11	11.10			41.60	40.80	17.60	FRANCO																																																																																		





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>	
Nombre: YADIRA VALLEJO		Provincia: Imbabura	
Ciudad: Ibarra		Cantón: Ibarra	
Teléfono: 086685832		Parroquia: Angochagua	
Fax:		Sitio: La Merced	
<b>DATOS DEL LOTE</b>		<b>DATOS DE LABORATORIO</b>	
Sitio: La Merced		Nro Reporte.: 4248	
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental	
Número de Campo: M 3.2		Muestra: Suelo M.3.2	
Cultivo Actual: Pino		Fecha de Ingreso: 2012-09-14	
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2012-09-19	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	80.96	ppm	
<b>P</b>	10.16	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	0.31	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	9.48	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	1.31	meq/100 ml	
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
<b>B</b>		ppm	
<b>pH</b>	5.42		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	0.107	mS/cm	
<b>MO</b>	3.78	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7.24	4.23	34.81	11.10			42.40	42.00	15.60	FRANCO

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>								
Nombre: YADIRA VALLEJO		Provincia: Imbabura								
Ciudad: Ibarra		Cantón: Ibarra								
Teléfono: 086685832		Parroquia: Angochagua								
Fax:		Sitio: La Merced								
<b>DATOS DEL LOTE</b>		<b>DATOS DE LABORATORIO</b>								
Sitio: La Merced		Nro Reporte.: 4249								
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental								
Número de Campo: M 3.3		Muestra: Suelo M.3.3								
Cultivo Actual: Pino		Fecha de Ingreso: 2012-09-14								
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2012-09-19								
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>							
<b>N</b>	89.34	ppm								
<b>P</b>	8.76	ppm								
<b>S</b>		ppm								
<b>K</b>	0.33	meq/100 ml								
<b>Ca</b>	11.24	meq/100 ml								
<b>Mg</b>	1.83	meq/100 ml								
			BAJO MEDIO ALTO							
<b>Zn</b>		ppm								
<b>Cu</b>		ppm								
<b>Fe</b>		ppm								
<b>Mn</b>		ppm								
			BAJO MEDIO ALTO							
<b>B</b>		ppm								
			BAJO MEDIO ALTO TOXICO							
<b>pH</b>	5.54									
			0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0							
			Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino							
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml								
<b>Al</b>		meq/100 ml								
<b>Na</b>		meq/100 ml								
			BAJO MEDIO ALTO							
<b>Ce</b>	0.112	mS/cm								
			No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino							
<b>MO</b>	4.66	%								
			BAJO MEDIO ALTO							
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg (meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>	<b>Clase Textural</b>				
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
6.14	5.55	39.61	13.40			44.40	43.20	12.40	FRANCO	
Dr. Quim. Edison M. Miño M.							Responsable Laboratorio			





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre: YADIRA VALLEJO	Provincia: Imbabura
Ciudad: Ibarra	Cantón: Ibarra
Teléfono: 086685832	Parroquia: Angochagua
Fax:	Sitio: La Merced

DATOS DEL LOTE	DATOS DE LABORATORIO
Sitio: La Merced	Nro Reporte.: 4250
Superficie:	Tipo de Análisis: Elemental
Número de Campo: M 3.4	Muestra: Suelo M.3.4
Cultivo Actual: Pino	Fecha de Ingreso: 2012-09-14
A Cultivar:	Fecha de Reporte: 2012-09-19

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	99.83	ppm	
<b>P</b>	12.65	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	0.37	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	12.25	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	1.77	meq/100 ml	
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
<b>B</b>		ppm	
<b>pH</b>	5.28		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	0.118	mS/cm	
<b>MO</b>	5.52	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.92	4.78	37.89	14.39			45.60	44.00	10.40	FRANCO

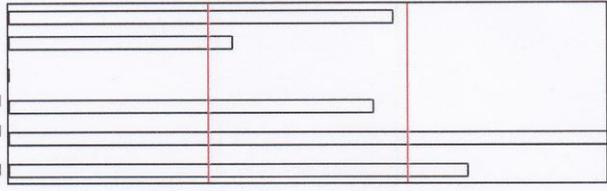
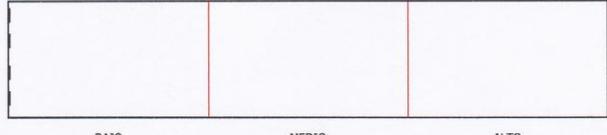
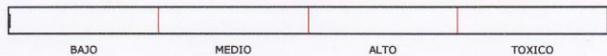
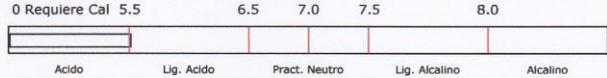
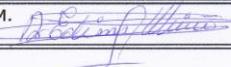
Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio



### Anexo 7.3 Análisis de suelo para calidad de sitio III



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>					<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>				
Nombre: YADIRA VALLEJO					Provincia: Imbabura				
Ciudad: Ibarra					Cantón: Ibarra				
Teléfono: 086685832					Parroquia: Angochagua				
Fax:					Sitio: La Merced				
<b>DATOS DEL LOTE</b>					<b>DATOS DE LABORATORIO</b>				
Sitio: La Merced					Nro Reporte.: 4244				
Superficie:					Tipo de Análisis: Elemental				
Número de Campo: M 2.1.					Muestra: Suelo M.2.1				
Cultivo Actual: Pino					Fecha de Ingreso: 2012-09-14				
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2012-09-19				
<b>Nutriente</b>		<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>					
<b>N</b>		57.88	ppm						
<b>P</b>		11.25	ppm						
<b>S</b>			ppm						
<b>K</b>		0.35	meq/100 ml						
<b>Ca</b>		9.36	meq/100 ml						
<b>Mg</b>		1.65	meq/100 ml						
<b>Zn</b>			ppm						
<b>Cu</b>			ppm						
<b>Fe</b>			ppm						
<b>Mn</b>			ppm						
<b>B</b>			ppm						
<b>pH</b>		5.52							
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>			meq/100 ml						
<b>Al</b>			meq/100 ml						
<b>Na</b>			meq/100 ml						
<b>Ce</b>		0.117	mS/cm						
<b>MO</b>		2.72	%						
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg (meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>				
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
5.67	4.71	31.46	11.36			43.20	40.00	16.80	FRANCO
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio: 									



# LABONORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: YADIRA VALLEJO Ciudad: Ibarra Teléfono: 086685832 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Angochagua Sitio: La Merced
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: La Merced Superficie: Número de Campo: M 2.2 Cultivo Actual: A Cultivar: Pino	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 4245 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo M.2.2 Fecha de Ingreso: 2012-09-14 Fecha de Reporte: 2012-09-19

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	123.0	ppm	
P	11.41	ppm	
S		ppm	
K	0.20	meq/100 ml	
Ca	10.17	meq/100 ml	
Mg	1.49	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	5.13		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.101	mS/cm	
MO	5.82	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.83	7.45	58.30	11.86			44.40	42.00	13.60	FRANCO

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: YADIRA VALLEJO Ciudad: Ibarra Teléfono: 086685832 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Angochagua Sitio: La Merced
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: La Merced Superficie: Número de Campo: M 2.3 Cultivo Actual: Pino A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 4246 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo M.2.3 Fecha de Ingreso: 2012-09-14 Fecha de Reporte: 2012-09-19

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	127.1	ppm	
P	9.54	ppm	
S		ppm	
K	0.36	meq/100 ml	
Ca	9.67	meq/100 ml	
Mg	1.40	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	5.12		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.113	mS/cm	
MO	7.54	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.91	3.89	30.75	11.43			45.40	43.00	11.60	FRANCO

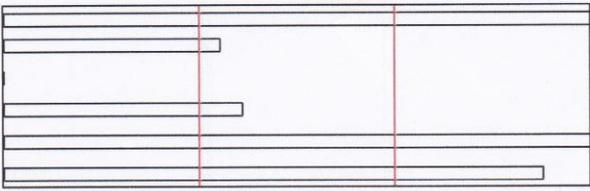
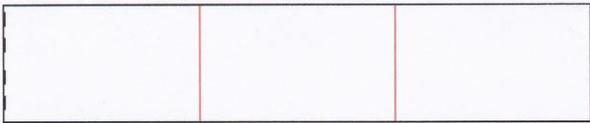
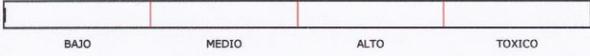
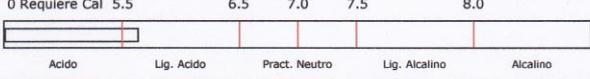
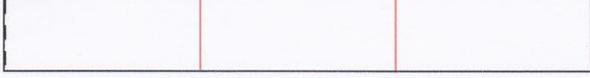
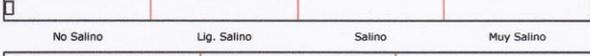
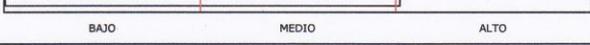
Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio



## Anexo 7.4 Análisis de suelo para calidad de sitio IV



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>					<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>				
Nombre: YADIRA VALLEJO					Provincia: Imbabura				
Ciudad: Ibarra					Cantón: Ibarra				
Teléfono: 086685832					Parroquia: Angochagua				
Fax:					Sitio: La Merced				
<b>DATOS DEL LOTE</b>					<b>DATOS DE LABORATORIO</b>				
Sitio: La Merced					Nro Reporte.: 4243				
Superficie:					Tipo de Análisis: Elemental				
Número de Campo: M 1.0					Muestra: Suelo M.1.0				
Cultivo Actual: Pino					Fecha de Ingreso: 2012-09-14				
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2012-09-19				
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>						
<b>N</b>	91.44	ppm							
<b>P</b>	11.09	ppm							
<b>S</b>		ppm							
<b>K</b>	0.24	meq/100 ml							
<b>Ca</b>	9.96	meq/100 ml							
<b>Mg</b>	1.88	meq/100 ml							
<b>Zn</b>		ppm							
<b>Cu</b>		ppm							
<b>Fe</b>		ppm							
<b>Mn</b>		ppm							
<b>B</b>		ppm							
<b>pH</b>	5.64								
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml							
<b>Al</b>		meq/100 ml							
<b>Na</b>		meq/100 ml							
<b>Ce</b>	0.108	mS/cm							
<b>MO</b>	5.06	%							
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg (meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>				<b>Clase Textural</b>
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
5.30	7.83	49.33	12.08			45.20	42.00	12.80	FRANCO
Dr. Quim. Edison M. Miffo M.									
Responsable Laboratorio									

## Anexo 8: Fotografías



Foto 1: Plantación de Pino



Foto 2: Densidad de plantación

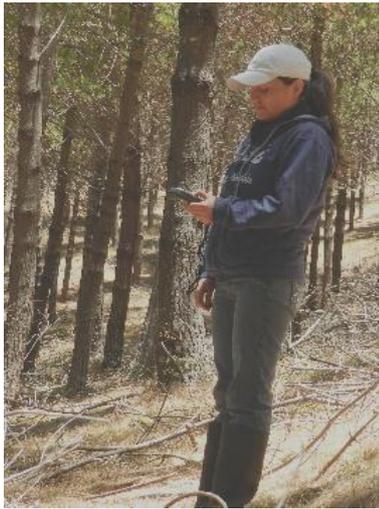


Foto 3: Georeferenciación del área de estudio



Foto 4: Ubicación de líneas



Foto 5: Ubicación de parcelas



Foto 6: Medición del DAP



Foto 7: Medición de la altura de los árboles



Foto 8: Marcado de los árboles



Foto 9: Numeración de parcelas



Foto 10: Parcela



Foto 11: Apertura de hoyos



Foto 12: Hoyo, 30 cm de profundidad



Foto 13: Recolección de submuestras



Foto 14: Mezcla de submuestras



Foto 15: Muestra



Foto 16: Caminos presentes en el área de estudio



Foto 17: Vegetación arbustiva presente en el área de estudio



Foto 18: Efecto de la pendiente pronunciada



Foto 19: Sitio con pendiente pronunciada