

Caracterización de Condiciones Edafoclimáticas y Manejo Silvicultural (Fertilización y Control de Malezas) de un Predio del Embalse, Vereda San Luis, del Municipio De Málaga, Departamento De Santander.

Carlos Mauricio Suárez Millán

Trabajo de Grado para optar el título de  
Ingeniero Forestal

Director

Rubén Carvajal Caballero

Ingeniero Agrónomo

Universidad Industrial De Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación A Distancia

Programa Ingeniería Forestal

2018

### **Agradecimientos**

A DIOS por permitirme tener y disfrutar a mi familia,

A mi FAMILIA por apoyarme en cada decisión y en mi proyecto,

A mis padres OMAR HORACIO SUAREZ VILLAMARIN y ROSMIRA MILLAN

CHAPARRO por ser mi motor y su apoyo incondicional, ya que gracias a ellos soy quien soy, proporcionándome la mejor educación y lecciones de vida, enseñándome que con esfuerzo, constancia y trabajo todo se consigue, por hacerme ver la vida de una forma diferente y confiar en mis decisiones,

A mi compañera y amiga LAURA SILVA, que con su amor y apoyo me dio fuerzas para sacar adelante dicho proyecto.

A mi director el Ing. RUBEN CARVAJAL, que con su ayuda y conocimiento hizo posible realizar este proyecto,

A la Empresa de Servicios Públicos de Málaga (ESPM) por abrirme las puertas y darme la oportunidad de desarrollar mi práctica empresarial

A mis Jurados Ing. HERWIN RAMIRO y la Ing. SANDRA DIAZ, quienes me apoyaron y dieron las recomendaciones necesarias para lograr presentar un buen trabajo de grado

Y finalmente a todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron y colaboraron en el desarrollo de mi carrera profesional.

**Con Cariño**

**MAURICIO SUAREZ**

**Tabla de contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción	17
1. Problema	19
.2. Objetivos	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Marco referencial	21
3.1 Antecedentes	21
3.2 Marco teórico	22
3.2.1 Suelo	22
3.2.2 Efectos en el suelo	22
3.2.3 Capacidad de uso de las tierras:	22
3.2.3.1 Suelo de ladera de clima frío – húmedo	23
3.2.4 Componente ambiente:	24
3.2.5 Regulación hídrica	24
3.2.6 Organismos del suelo:	25
3.2.7 Interacción suelo-planta	25
3.2.8 Descripción de las especies forestales	26

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS Y MANEJO SILVICULTURAL	6
3.2.8.1 Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> K.)	26
3.2.8.2 Acacia negra ( <i>Acacia decurrens</i> W.):	26
3.2.8.3 Acacia Japonesa ( <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br)	27
3.2.9 Importancia de la silvicultura en las plantaciones forestales	28
3.2.10 Causas que producen el mal estado de los arboles	28
3.2.11 Que son las malezas	29
3.2.12 Tipos de malezas	29
3.2.13 Factores determinantes en el desarrollo de las malezas	30
3.2.14 Qué es el control de malezas	31
3.2.15 ¿Qué es un fertilizante?:	31
3.2.16 Elementos minerales requeridos por los árboles	31
3.2.17 Clases de fertilizantes	32
3.2.18 Dosis fertilizante	32
3.3 Marco legal	33
4. Metodología	33
4.1 Localización	33
4.2 Tipo de estudio	34
4.3 Duración del estudio.	35
4.4 Fase 1. Descripción de las condiciones edafológicas de la plantación del predio aledaño al embalse	35

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS Y MANEJO SILVICULTURAL	7
4.4.1 Delimitación	35
4.4.2 Tipo de suelo	35
4.4.3 Clases agrologicas del suelo	36
4.4.4 Cobertura vegetal y uso potencial del suelo	36
4.4.5 Perfil del suelo	36
4.4.6 Propiedades químicas del suelo	38
4.5 Fase 2. Descripción de las condiciones climáticas de la plantación del predio del embalse	38
4.6 Fase 3. Descripción de las variables dasométricas, los síntomas presentes en el follaje y malezas en la plantación de <i>Alnus acuminata K.</i> , <i>Acacia decurrens W.</i> y <i>Acacia melanoxylon R.</i> <i>Br.</i>	39
4.7 Fase 4. Establecimiento de los planes de manejo de las labores silviculturales (control de malezas y fertilización) para la plantación de <i>A. acuminata K</i> , <i>A. decurrens W.</i> y <i>A. melanoxylon R.</i> <i>Br.</i>	41
5. Resultados	42
5.1 Descripción de las condiciones edafológicas de la plantación del predio aledaño al embalse	42
5.1.1 Tipo de suelo	42
5.1.2 Clases agrologicas del suelo	43
4.1.3 Cobertura vegetal:	45
5.1.4 Uso potencial del suelo:	48
5.1.5 Perfil del suelo	49
5.1.5.1 Textura	51

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS Y MANEJO SILVICULTURAL	8
5.1.5.2 Color	53
5.1.5.3 Actividad de macroorganismos	53
5.1.5.4 Estructura del suelo	54
5.1.5.5 Porosidad	57
5.1.5.6 Raíces y profundidad efectiva del suelo	58
5.1.5.7 Temperatura edáfica	59
5.1.5.8 Drenaje del suelo	60
5.1.6 Propiedades químicas del suelo	64
5.1.6.1 pH	65
5.1.6.2 Conductividad eléctrica:	66
5.2 Descripción de las condiciones climáticas de la plantación del predio aledaño al embalse	68
5.3 Descripción de las variables dasométricas, los síntomas presentes en el follaje y malezas en la plantación de <i>Alnus acuminata K.</i> , <i>Acacia decurrens W.</i> y <i>Acacia melanoxylon R. Br.</i>	72
5.3.1 Malezas presentes en la plantación	81
5.4 Establecimiento de los planes de manejo de las labores silviculturales (control de malezas y fertilización) para la plantación de <i>Alnus acuminata K.</i> , <i>Acacia decurrens W.</i> y <i>Acacia melanoxylon R. Br.</i>	89
5.4.1 Plan de manejo para la labor silvicultural de control de malezas en el predio aledaño al embalse	89
5.4.2 Plan de manejo para la labor silvicultural de fertilización en el predio aledaño al embalse	93
6. Análisis y discusión	99

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS Y MANEJO SILVICULTURAL	9
7. Conclusiones	103
8. Recomendaciones	104
Referencias Bibliográficas	105
Apéndices	111

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Premuestreo	40
Tabla 2. Muestreo	40
Tabla 3. Características de las clases texturales del suelo al tacto.	52
Tabla 4. Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño	58
Tabla 5. Medidas para el cálculo del drenaje	61
Tabla 6. Caracterización de los factores de formación que actúan en el perfil del suelo del área de estudio	62
Tabla 7. Caracterización de las propiedades morfológicas y fisicoquímicas del perfil del suelo	63
Tabla 8. Resumen análisis de suelo	65
Tabla 9. Horizontes pertenecientes al perfil del suelo de la zona de estudio	68
Tabla 10. Registros de precipitación de los últimos veinte años (1998 al 2017) (IDEAM, 2017)	70
Tabla 11. Descripción de las especies forestales establecidas en el área de estudio.	74
Tabla 12. Descripción de las malezas presentes en la plantación	82
Tabla 13. Susceptibilidad de los diferentes tipos de malezas a prácticas de control	92
Tabla 14. Resumen de costos y actividades para la labor silvicultural de control de malezas en la plantación	93
Tabla 15. Sugerencias para el plan de manejo de fertilización de acuerdo a las clases agrologicas	95
Tabla 16. Prácticas de manejo necesarias en cada horizonte	96
Tabla 17. Cantidad de nutrientes aportados en el plan de fertilización para la plantación (cuatro años en adelante)	96

Tabla 18. Resumen de costos y actividades para la labor silvicultural de fertilizacion en la plantación

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización del área de estudio	34
Figura 2. Delimitación de parcelas para la Caracterización silvicultural de la plantación de <i>A. acuminata</i> K, <i>A. decurrens</i> W. y <i>A. melanoxylon</i> R. Br.	41
Figura 3. Tipo de suelo del área de estudio	43
Figura 4. Clasificación agrológica de la zona de estudio	45
Figura 5. Cobertura vegetal del área de estudio	46
Figura 6. Cobertura vegetal: plantación forestal	47
Figura 7. Cobertura vegetal: zona pantanosa	47
Figura 8. Aptitud de uso del suelo del área de estudio	48
Figura 9. Horizontes presentes en la calicata 1	50
Figura 10. Horizontes presentes en la calicata 2	50
Figura 11. Horizontes presentes en la calicata 3	51
Figura 12. Estimación de la textura del suelo en campo	52
Figura 13. Determinación del color del suelo	53
Figura 14. Actividad de macroorganismos en el área de estudio	54
Figura 15. Clasificación por tipo de estructura para los horizontes presentes en el área de estudio.	55
Figura 16. Clasificación por tamaño para los horizontes presentes en el área de estudio	57
Figura 17. Determinación del tipo de poros	58
Figura 18. Presencia de raíces	59

CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS Y MANEJO SILVICULTURAL	13
Figura 19. Medición de la temperatura edáfica	60
Figura 20. Determinación del drenaje	61
Figura 21. Toma de muestra para el análisis de suelo	64
Figura 22. pH de los horizontes presentes en el perfil de suelo.	66
Figura 23. Determinación del pH y conductividad eléctrica.	67
Figura 24. Precipitación mensual y anual para el municipio de Málaga	71
Figura 25. Humedad relativa del municipio de Málaga	71
Figura 26. Caracterización de las variables dasométricas de la plantación	73
Figura 27. Representación porcentual de las especies forestales en la muestra	76
Figura 28. Variables dasométricas del <i>Alnus acuminata K.</i>	76
Figura 29. Variables dasométricas de la <i>Acacia decurrens W.</i>	76
Figura 30. Variables dasométricas de la <i>Acacia melanoxylon R.Br.</i>	77
Figura 31. Síntomas presentes en el follaje del <i>Alnus acuminata K.</i>	78
Figura 32. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie <i>Alnus acuminata K.</i>	79
Figura 33. Síntomas presentes en el follaje de la <i>Acacia decurrens W.</i>	79
Figura 34. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie <i>Acacia decurrens W.</i>	80
Figura 35. Síntomas presentes en el follaje de la <i>Acacia melanoxylon R. Br</i>	80
Figura 36. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie <i>Acacia melanoxylon R. Br</i>	81
Figura 37. Malezas presentes en la plantación	89
Figura 38. Labores de control de maleza en la plantación	92
Figura 39. Labores de fertilización en la plantación	98
Figura 40. Comparación del estado del follaje en la plantacion	99

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Nomenclatura de los horizontes y capas maestros del suelo, según SSS(1998)	111
Apéndice B. Análisis de suelo	113
Apéndice C. Terminología utilizada para describir variables ambientales y para caracterizar algunas propiedades físico- químicas del suelo, en el campo, con fines de descripción de perfiles de suelos (la mayoría sintetizados de SSDS, 1993	115
Apéndice D. Variables dasométricas presentes en las parcelas de la plantación	117

## RESUMEN

**TÍTULO:** CARACTERIZACIÓN DE CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS Y MANEJO SILVICULTURAL (FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALEZAS) DE UN PREDIO DEL EMBALSE, VEREDA SAN LUIS, DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

**AUTOR:** CARLOS MAURICIO SUÁREZ MILLÁN

**PALABRAS CLAVES:** PERFIL DEL SUELO, ESPECIES FORESTALES, PLAN DE FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALEZAS

### DESCRIPCIÓN:

La Empresa de Servicios Públicos de Málaga (E.S.P.M), posee un número significativo de predios que no han recibido el manejo adecuado para que puedan ser considerados como áreas de protección. Aspecto por el cual se generaron intereses desde el sector forestal para lograr preservar este tipo de ecosistemas teniendo en cuenta las consecuencias generadas por el cambio climático. Con la práctica empresarial se desarrolló un estudio descriptivo en el predio aledaño al embalse ubicado en la vereda San Luis del municipio de Málaga, encontrando una plantación con especies forestales asociadas (*A. acuminata* K., *A. melanoxyton* R. Br. y *A. decurrens* W.), la cual lleva aproximadamente 5 años de establecida y hasta el momento del estudio no había recibido ninguna labor de manejo silvicultural (fertilización y control de malezas). En tal sentido, las plantaciones forestales comerciales no sustituyen a los bosques naturales en algunas de sus funciones, pero si llega a ser una alternativa técnica, ambiental y económicamente sostenible, generando materias primas, trabajo y reincorporando suelos que otros usos encuentran poco productivos (Zapata, 2013), donde la capacidad productiva de un determinado lugar forestal se conoce como calidad de sitio, siendo el conjunto de factores, por lo que su calidad está en función, del ambiente conformado por topografía, suelo y clima. (Álvarez y Ruiz 1995, citados por Zapata, 2013). Para tal fin se realizó la descripción de la plantación determinando características edafoclimáticas, variables dasométricas y síntomas presentes en el follaje, estableciendo parcelas fijas, que facilitaron la observación y registro, partiendo del diagnóstico real y un análisis de suelo actualizado, creando estrategias de mejora, recomendando algunas enmiendas y actividades para labores silviculturales que haría más tolerante y resistente la plantación como es el control de malezas y fertilización, pieza clave en el proceso de desarrollo de las especies allí establecidas.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Rubén Carvajal Caballero, Ingeniero Agrónomo.

**ABSTRAC**

**TITTLE:** CHARACTERIZATION OF EDAFOCLIMÀTICAS CONDITIONS AND SILVICULTURAL MANAGEMENT (FERTILIZATION AND CONTROL OF WEEDS) OF A PREMISES OF THE EMBALSE, VEREDA SAN LUIS, OF THE MUNICIPALITY OF MÁLAGA, DEPARTMENT OF SANTANDER

**AUTHOR:** CARLOS MAURICIO SUÁREZ MILLÁN

**KEYWORDS:** SOIL PROFILE, FOREST SPECIES, FERTILIZATION PLAN AND WEED CONTROL

**DESCRIPCIÓN:**

The Public Services Company of Malaga (E.S.P.M.), has a significant number of data that do not have the proper management so that it can be considered as protection areas. Aspect by which interests were generated from the forest sector to achieve preserve this type of ecosystems taking into account the consequences generated by climate change. With the business practice a descriptive study was found in the property adjacent to the reservoir located in the village of San Luis in the municipality of Málaga, finding a plantation with associated forest species (*A. acuminata* K., *A. melanoxyton* R. Br. and *A. decurrens* W.), which has been established for approximately 5 years and until the time of the study had not received any work of silvicultural management (fertilization and weed control). In this sense, commercial forest plantations do not replace natural forests in some functions, but if it becomes a technical alternative, environmentally and economically sustainable, generating raw materials, work and reincorporating soils that others use unproductive products (Zapata, 2013). ), where the productive capacity of a certain forest place is known as site quality, being the set of factors, so that its quality is a function of the environment made up of topography, soil and climate. (Álvarez and Ruiz 1995, cited by Zapata, 2013). So that the description of the plantation determines the edaphoclimatic characteristics, the dasometric variables and symptoms present in the foliage, establishing fixed parameters, that allow the observation and the registration, starting from the real diagnosis and the analysis of the updated climate, creating strategies of improvement, recommending some amendments and activities for silvicultural work that are more tolerant and resistant to planting, such as the control of maize and fertilization, a key element in the development process of the species established there.

---

\* Bachelor tesis

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Rubén Carvajal Caballero, Ingeniero Agrónomo.

## Introducción

El establecimiento de plantaciones forestales protectoras contribuye a la recuperación de los suelos beneficiando positivamente aquellos terrenos que de alguna manera pueden ser calificados como poco productivos debido algunas veces al cambio climático. La implementación de especies forestales favorece las características del suelo, la protección y conservación de los recursos edáficos, hídricos, de vegetación y fauna, ofreciendo a su vez alternativas económicas (García et al., 2001). La selección del material vegetal acompañado de la aplicación de prácticas apropiadas en el establecimiento y manejo son base determinantes en el éxito de una plantación (Barrios et al, 2011), acorde con lo anterior la Empresa de Servicios Públicos de Málaga (E.S.P.M) en la necesidad de mejorar las condiciones de la plantación compuesta por *Alnus acuminata K.*, *Acacia melanoxylon R.Br.* y *Acacia decurrens W.*, en la vereda San Luis del Municipio de Málaga, buscó desarrollar en conjunto con la Universidad Industrial de Santander sede Málaga una práctica empresarial sobre Caracterización de condiciones edafoclimáticas y manejo silvicultural (fertilización y control de malezas) para dicha zona, ya que en sus 5 años de establecida la plantación no había recibido ningún tipo de labor silvicultural.

El control de malezas y la fertilización son prácticas estratégicas en el desarrollo de una plantación ya que estimula el crecimiento del árbol, donde autores como Barrios y colaboradores (2011), argumentan que estas labores permiten un mayor desarrollo y homogeneidad de las plantas para que estas dominen en menor tiempo el sitio y se optimice la capacidad nutricional del suelo, obteniendo así productividad potencial, la cual se traduce en el máximo rendimiento en volumen de madera que puede tener una especie bajo las condiciones edafoclimáticas del sitio donde fue plantada; es por ello que la situación en la que se encontró la plantación hizo necesario el desarrollo

de la práctica empresarial estableciendo como objetivos específicos la caracterización de las condiciones edafoclimáticas, la implementación de labores silviculturales como son el control de malezas y fertilización del predio en jurisdicción de las E.S.P.M .

Por último, cabe mencionar que el éxito en el proyecto también dependerá de la continuidad en el manejo y aplicación de las labores silviculturales por parte de la empresa en conjunto con entidades como la alcaldía, la Universidad Industrial de Santander y la comunidad local implicadas en el proyecto con la finalidad de mitigar y/o prevenir escenarios negativos futuros ocasionados por cambio climático, los cuales hacen susceptible a la plantación.

## 1. Problema

La plantación forestal mixta perteneciente a las E.S.P.M, ubicada en la vereda San Luis, del municipio de Málaga, presenta una edad aproximada de 5 años de establecida, la cual se encuentra susceptible, debido a la falta de manejo correspondiente a labores silviculturales (control de maleza y fertilización), falta de información sobre el comportamiento y desarrollo de las especies forestales y las características biofísicas del terreno, afectando de forma directa el desarrollo de los árboles.

Con lo anterior y teniendo en cuenta la afirmación de Romero (2016), el cual sustenta que este tipo de plantaciones proporcionan bienes y servicios de valores inestimables para la sobrevivencia y desarrollo de la población; suministrando materias primas, mejorando la infiltración del agua lluvia, optimizando las características de los suelos haciéndolos fértiles, generando hábitats para diversas especies animales, capturando el dióxido de carbono de la atmósfera y mitigando el potencial de calentamiento del planeta,, ya que este último puede ser un factor positivo o por el contrario negativo, llegando a poner en riesgo la plantación. Es por ello que el conocimiento de las características edafoclimaticas son relevantes ya que favorecen o limitan el desarrollo y sostenibilidad de la plantación, así como también debe considerarse las exigencias ecológicas de cada especie, coincidiendo las características del sitio a las necesidades de la planta (Rojas, 2015).

## **.2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización de las condiciones edafoclimáticas y el manejo para las labores silviculturales (control de malezas y fertilización) de un predio perteneciente a la Empresa de Servicios Públicos de Málaga (E.S.P.M), ubicado en la vereda San Luis, sector del embalse municipio de Málaga.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las propiedades del suelo en el predio aledaño al embalse de las E.S.P.M.
- Caracterizar las condiciones climáticas del predio en jurisdicción de las E.S.P.M aledaño al embalse del municipio de Málaga.
- Establecer un plan de manejo para la labor silvicultural de control de malezas en el predio aledaño al embalse.
- Establecer un plan de manejo para la labor silvicultural de fertilización para un predio aledaño al embalse de propiedad de las E.S.P.M.

### 3. Marco referencial

#### 3.1 Antecedentes

La Universidad Industrial de Santander junto con las Empresas de Servicios Públicos de Málaga (E.S.P.M) han brindado por medio de sus futuros profesionales el apoyo técnico para el desarrollo de sus trabajos de pasantía, campamento e investigación, donde la plantación objeto de estudio ha sido base de varios trabajos, uno de ellos realizado en el año 2015 por Loaiza y Paredes, cuyo campamento fue titulado: Diagnostico y formulación del plan de manejo silvicultural en la plantación de jurisdicción de las empresas de Servicios Públicos de Málaga, Santander Colombia: en el cual afirman que la plantación se encontró con un estado fitosanitario crítico, sin ningún tipo de manejo silvicultural, donde su propósito fue la identificación de signos y síntomas de posibles enfermedades y a su vez identificar las actividades silviculturales aplicadas a la plantación, junto con el diseño y formulación del plan de manejo silvicultural; es importante mencionar que solo a los tres y seis meses de establecimiento la plantación recibió una fertilización y posterior a ello una limpia, desde ese momento a la fecha de la propuesta del presente trabajo no ha recibido ningún tipo de manejo.

Posterior a este campamento Parra y Gutiérrez (2017), realizaron el trabajo de investigación en la misma plantación, donde el objetivo del trabajo fue caracterizar los insectos más representativos asociados a la plantación de *Alnus acuminata* K., *Acacia decurrens* W. y *Acacia melanoxylon* R. Br. con el fin de conocer la diversidad de especies. Para tal fin realizaron la descripción general de la plantación determinando características edafoclimaticas, silviculturales y sanitarias, donde se capturaron insectos pertenecientes a los órdenes Hemíptera, coleóptera y ortóptera,

recomendando continuar con este tipo de investigaciones y de esta manera profundizar el estudio de insectos asociados a plantaciones forestales.

### **3.2 Marco teórico**

**3.2.1 Suelo:** el suelo es un material extraordinario. Es la capa superficial de la tierra, la que ha sido transformada muy despacio por la descomposición a través de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano. El material original del cual un suelo se forma puede ser la roca subyacente o los depósitos de los ríos y de los mares (suelos aluvionales) y del viento (suelos eólicos, tales como el loess) o suelos de cenizas volcánicas.

El suelo da soporte a las plantas en forma de una capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrientes y el agua. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en su capacidad para proveer los diferentes nutrientes. Contrario a lo que frecuentemente se cree, el color del suelo revela muy poco respecto a la fertilidad del mismo. (FAO, 2002)

**3.2.2 Efectos en el suelo:** como evidencia científica disponible está la adición de materia orgánica por la producción de biomasa, el aumento del contenido de nitrógeno por la fijación biológica, la reducción de la pérdida del suelo y de nutrientes por la protección que confieren los árboles contra la erosión hídrica y eólica, la liberación por medio del manejo de los nutrientes en el momento requerido por los cultivos, la mejora de las propiedades físicas como retención de agua y drenaje. Las especies arbóreas y arbustivas, presentan un sistema radicular mucho más profundo, que las gramíneas, lo cual les permite captar agua y nutrientes en perfiles del suelo más profundos, mejorando de esta manera la tolerancia de estas plantas al estrés de sequía. (Flores y Umaña 2006)

**3.2.3 Capacidad de uso de las tierras:** las clases de tierra consisten en un grupo de unidades cartográficas de suelos que tienen el mismo grado relativo de limitaciones en su uso; las

limitaciones se hacen progresivamente mayores de la Clase I a la Clase VIII. Los suelos de la Clase I a la IV, bajo buenas condiciones de manejo, tienen capacidad para producir cultivos comunes, pastos y árboles. Las clases van acompañadas por letras minúsculas que representan las subclases agrológicas: la e significa erosión; la s se refiere a impedimentos en profundidad efectiva, textura, acidez, fragmentos rocoso superficiales; la h se refiere al drenaje natural, encharcamientos e inundaciones; la c indica deficiencias de clima: heladas, nubosidad o deficiente distribución de la precipitación. A continuación se coloca un número arábigo que significa el clima donde se encuentra la subclase: 1 para clima de páramo, 2 para clima frío húmedo y 3 para clima frío seco, y una p que significa pendiente. La aptitud de los suelos para agricultura y ganadería las recomendaciones son muy generales por la índole del estudio de tipo general. Las unidades cartográficas, por su similitud en los factores limitantes, se agrupan en clases y subclases, aunque los componentes de las unidades son taxonómicamente diferentes. (Silva, 2011)

Suelos de ladera de clima muy frío –húmedo: en laderas de clima muy frío se identificó la clase VI, que tienen limitaciones severas que los hacen inadecuados para cultivos y limitan su uso a pastos, cultivos permanentes (frutales, etc.), reforestación, bosque nativo o para alguna de estas combinaciones. Sin embargo, se pueden utilizar con algunos cultivos específicos, siempre que se apliquen prácticas de manejo y conservación de suelos. (Silva, 2011)

**3.2.3.1 Suelo de ladera de clima frío – húmedo:** agrupa suelos pobres en nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno disponibles, de baja aptitud para agricultura y mediana para ganadería. Los cultivos comerciales deben sembrarse en curvas de nivel a través de la pendiente. Se puede cultivar papa, trigo, cebada, arveja, aplicando fertilizantes e incorporando residuos de cosechas. El encalamiento es básico para corregir la acidez producida por el alto contenido de materiales derivados de la materia orgánica y alofana. La ganadería puede ser extensiva o

intensiva, con pastos de corte y de pastoreo, como el *Agrostis cundidora* (*Agrostis alba L*), resistente al pastoreo continuo, el pasto azul orchoro (*Dactylis glomerata L*) y el kikuyo. Estas son especies adaptadas a estas condiciones edafoclimáticas, pero debe evitarse el sobrepastoreo para no reducir el vigor germinativo de los mismos. El mayor rendimiento en los cultivos se obtiene aplicando fertilizantes de acuerdo con el cultivo y el resultado de los análisis químicos de los suelos (IGAC, 2002).

**3.2.4 Componente ambiente:** uno de los sistemas de clasificación más comunes es el de Holdridge en donde una formación es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural de clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

Bosque Húmedo Montano Bajo (bhMB): ocupa una pequeña área, solamente 21000 Km<sup>2</sup> pero desde el punto de vista de población, son las más importantes ya que se encuentra en la Sabana de Bogotá, Altiplanos de Nariño, Boyacá y Oriente y Norte de Antioquia, así como algunas áreas de Caldas, Tolima y Valle. Tiene temperaturas entre 12 y 19 o C, alturas entre 2000 y 3000 m.s.n.m. y lluvias entre entre 1000 y 1000 y 2000 el bh-MB. Es una zona muy apropiada para explotaciones ganaderas, especialmente para producción lechera. (Estrada, 2001 citado por Flores y Umaña 2006)

**3.2.5 Regulación hídrica:** para la planificación territorial en Colombia, se ha identificado como prioridad, la realización de acciones, que a través de los sistemas agroforestales y las plantaciones protectoras-productoras, propendan por la recuperación y manejo de microcuencas mediante la protección y recuperación de las márgenes y cabeceras de los ríos, revegetalización de áreas degradadas y recuperación de suelos erosionados (DNP, 1995 citado por flores y Umaña 2006).

**3.2.6 Organismos del suelo:** las actividades de los organismos del suelo son indispensables para una buena fertilidad del suelo y una buena producción del cultivo. La mayoría de sus actividades son beneficiosas para el agricultor, dado que descomponen la materia orgánica para dar humus, reúnen partículas del suelo para dar una mayor estructura, protegen las raíces de enfermedades y parásitos, retienen el nitrógeno y otros nutrientes, producen hormonas que ayudan a las plantas a crecer y pueden convertir los contaminantes que encuentran en el suelo. Después de ser mezcladas en el suelo e ingeridas por las lombrices, las formas insolubles de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) contenidas en las partículas de la materia orgánica son convertidas en formas disponibles para las plantas por medio de la actividad bacteriana. Sumada a la movilización de los nutrientes de las plantas, la actividad bacteriana puede jugar un papel especial en el ciclo nitrogenado en el suelo, por ejemplo: amonificación, nitrificación, desnitrificación y la fijación de N. (FAO, 2002)

**3.2.7 Interacción suelo-planta:** todas las plantas y animales, incluido el hombre, dependen en último término del suelo para el suministro de nutrientes minerales. En caso de las plantas esta relación es directa y simple, debido al hecho de que las plantas son estacionarias. En producciones agropecuarias si se presentan deficiencias en el suelo empiezan a aparecer primero en la planta y después en los animales. Por su parte la concertación de minerales en la planta depende de varios factores: a) tipo de suelo en el cual se cultiva la planta. b) genero, especie y variedad de la planta. c) condiciones climáticas durante el crecimiento de las plantas. d) estado de madurez de la planta. Ciertas plantas tienen habilidad para acumular altas concentraciones de algunos elementos. (FAO, 2002)

### 3.2.8 Descripción de las especies forestales

**3.2.8.1 Aliso (*Alnus acuminata* K.):** especie perteneciente a la familia BETULACEAE, el cual es conocido comúnmente como Aliso, chaquiro, fresno o cerezo, presentando características como: árbol de altura aproximadamente de 20 m de, fuste con corteza lisa, la ramificación empieza a los 2 metros, su copa de forma ovalada, follaje verde claro brillante, hojas de 8 cm, alternas, de borde aserrado y envés verde claro, flores de color crema masculinas de 7 cm y femeninas de diámetro de 1 cm separadas, pero en el mismo árbol, frutos pardos parecido a una piña con diámetros de 0.5 cm con varias semillas. Geográficamente se distribuye en regiones montañosas desde México hasta el norte de Argentina. En Colombia presente en las tres cordilleras, entre 1700 y 3200m. Se reproduce fácilmente y casi exclusivamente por semilla. (Bartholomaeus, Agnes, *et al.* 1998)

Se encuentran fácilmente en suelos perturbados y terraplenes; estas se usan como “stock” para plantar, con reproducción asexual. Se propaga fácilmente por cortes de raíz. Se utiliza la madera en ebanistería, se elaboran tableros de virutas, cajas de empaque, madera apropiada para la elaboración de lápices, palillos y fósforos, con la madera se hacen artesanías talladas, madera usada como leña, de la corteza se producen taninos usados para curtir cueros, las hojas maceradas y en cataplasma se emplean para aliviar inflamaciones y golpes y combatir el reumatismo, árbol pionero de rápido crecimiento, apropiado para establecer cercas vivas y para iniciar la restauración de bosques nativos, el árbol es fijador de nitrógeno y mejora la fertilidad del suelo, especie ornamental, adecuada para plantar en sitios húmedos y a la orilla de cuerpos de agua. (Ospina, *et al.*, 2005)

**3.2.8.2 Acacia negra (*Acacia decurrens* W.):** especie arbórea de la Familia MIMOSACEA, nombre común Acacia negra, árbol de 10 m de altura, tronco con corteza lisa y oscura (diámetros

con 40 cm); la ramificación empieza a 1 m sobre el suelo. Copa de forma redondeada; follaje verde mate con manchas claras; hojas recompuestas de 6 cm, alternas, con glándulas en el espinazo central. Flores redondas amarillas (diámetro 8 mm) agrupadas, frutos en legumbre pardo rojiza de 5 cm, con varias semillas. Geográficamente es una especie originaria de Australia; Actualmente se encuentra en Centro y Sur América. En Colombia se ha observado entre 2000 y 3000 m.s.n.m. y temperaturas entre 5 y 20°C, y en África, América, Europa, Nueva Zelanda y el Pacífico, el océano Índico, Japón. Se desarrolla en suelos áridos y sitios secos, se adapta a suelos arenosos y erosionados, participa activamente en el reciclaje de nutrientes, pudiendo incrementar la disponibilidad de P, Ca, K y Mg, fija nitrógeno. Tolera suelos pesados y coloniza campos pisoteados y sobre pastoreados. Se reproduce por semilla, y se usa para recuperación de suelos y control de erosión. Especie fijadora de nitrógeno y madera empleada como leña. (Gutiérrez y Cubides, 2017).

**3.2.8.3 *Acacia Japonesa (Acacia melanoxylon R. Br.):*** especie forestal perteneciente a la Familia FABACEA, nombre común Acacia japonesa, cuya corteza presenta un aspecto agrietado y escamoso, alcanza una altura de 20 m y un diámetro de 50 cm; la copa tiene forma de cono, las ramas crecen de manera horizontal a inclinada, son delgadas y angulosas, con hojas en forma de machete, borde y textura liso, nerviación paralela, miden entre 2-6 cm de largo por 2 cm de ancho, con Flores de color crema, redondas y dispuestas en racimos, sus frutos son vainas de color negro, enroscadas, cada fruto contiene varias semillas siendo de color negro y están rodeadas por un cordón de color rosado a rojo. Especie originaria de Australia, actualmente se encuentra en Centro y Sudamérica. En Colombia se ha observado entre 2000 y 2800 msnm. Requiere suelos húmedos bien drenados, con bastante materia orgánica, desarrollados sobre sustratos silíceos. Necesita mucha luz solar, se puede sembrar asociada con plantas de su misma especie, resistente a suelos

pobres y arcillosos. Su reproducción es por semilla y rebrotes de las raíces, la madera se utiliza para leña y postes como cerca viva; es una planta fijadora de nitrógeno, muy útil para la recuperación de suelos y el control de erosión (Corporación de Boyacá, 2015).

**3.2.9 Importancia de la silvicultura en las plantaciones forestales:** las plantaciones forestales como un sistema de producción tienen una base de recursos, una base de productos y una base de deshechos (Sánchez, 1995 citado por Vázquez, 2001). La base de recursos está integrada por elementos como son: el suelo, la fauna, los microorganismos, el clima, la vegetación y la flora que constituyen los componentes principales del sistema; éstos una vez que han sido estudiados y conocidos con alguna profundidad se ponen al servicio de la producción y crecimiento del componente florístico y faunístico a través de los enlaces o correas de transmisión, es decir la manera cómo interactúan los diferentes componentes, conocer cuáles son sus relaciones, incluyendo la actividad del hombre que con la energía y el trabajo que ingresa a través de la producción de plántulas, selección de semillas, preparación de tierras, manejo silvicultural de las cosechas, permiten activar la potencialidad de la base de recursos al servicio de la producción o base de los productos que se obtienen, tales como la madera, extractivos de los árboles, frutos, fibras, o servicios como la amenidad, el paisaje y la producción de oxígeno (Vázquez, 2001).

Los desarrollos actuales de la silvicultura, las plantaciones forestales y la investigación apuntan hacia el mejoramiento genético de los árboles, con el fin de lograr mayores crecimientos, mejor calidad de la madera, resistencia a plagas y enfermedades y mayor adaptabilidad según la especie y su procedencia en las distintas zonas de reforestación (Vázquez, 2001).

**3.2.10 Causas que producen el mal estado de los árboles:** existen varias razones que interrumpen el crecimiento saludable de un árbol, donde los factores bióticos y abióticos son los

responsables de dicho problema. En cualquier momento, más de un factor puede afectar la salud de un árbol. Puede hacerse una distinción útil entre plagas primarias, que primordial y principalmente afectan la salud del árbol, y las plagas secundarias que tienen una influencia menos importante y que usualmente afectan arboles ya debilitados por un factor predisponente. El impacto de los insectos plaga a menudo se ve incrementado por un debilitamiento previo del vigor del árbol y un descenso de su resistencia natural a la infestación; por ejemplo por anegamiento o deficiencias de nutrientes (Boa, 2008).

El estrés y los factores externos indudablemente desempeñan un papel importante para determinar la salud o condición de los árboles, tales como suelo y drenaje pobres. No obstante, el excesivo énfasis en suelos pobres o eventos climáticos adversos tales como sequía y heladas tomados como causas primarias de los síntomas y daños observados en los árboles, puede impedir una búsqueda más cuidadosa acerca de las posibles influencias bióticas y abióticas (Boa, 2008).

**3.2.11 Que son las malezas:** son aquellas plantas que no fueron establecidas en la plantación, siendo indeseables, ya que interfieren en el desarrollo de los arboles generando competencia por los nutrientes presentes en el suelo y su interacción con el ambiente y el espacio. (Camacho y Reyes, 1981)

**3.2.12 Tipos de malezas:** se debe iniciar con la identificación y reconocimiento de las plantas nocivas que perturban el terreno, con la finalidad de elaborar un plan de prevención, el cual debe ser efectivo a corto y largo plazo. Para ello se debe contar con la clasificación botánica (monocotiledóneas: hoja fina y dicotiledóneas: hoja ancha) y su ciclo de vida (anuales y perennes), con la finalidad de determinar los métodos correspondientes para su control. (Ruiz, 1984)

**3.2.13 Factores determinantes en el desarrollo de las malezas:** los factores climáticos, edáficos y bióticos que caracterizan un medio ambiente, proporcionan el desarrollo de las especies vegetales, donde la respuesta de cada una de ellas determinan su presencia, abundancia, extensión y distribución. Sin embargo no siempre una planta catalogada como maleza es un riesgo para la plantación si se disponen e implementan medidas de control acordes con la situación. (Rodríguez, 1993)

**Factores climáticos:** en este aspecto los factores más importantes que guardan relación con el desarrollo de la planta son:

- ✓ **Luz:** la intensidad, calidad y duración determina el crecimiento, reproducción y distribución de las plantas nocivas
- ✓ **Temperatura:** es una variable responsable en la distribución de las plantas nocivas, donde la temperatura del ambiente y edáfica definen la especie, reproducción, adaptación y persistencia.
- ✓ **Agua:** es el factor ecológico de mayor importancia en un hábitat. donde su disponibilidad varía por temporadas, siendo un elemento determinante, puesto que su escasez en fases críticas de la planta es causal de falta de reproducción y supervivencia.

**Factores edáficos:** las variables que influyen en la persistencia de las plantas nocivas son:

- ✓ **pH:** la acidez del suelo influencia el desarrollo de plantas nocivas que logran crecer y persistir, otras presentan afinidad por suelos alcalinos, así mismo también existen aquellas que presentan tolerancia a cualquiera de los dos tipos de pH.
- ✓ **Fertilidad:** muchas de las plantas nocivas crecen y se reproducen en forma abundante en suelos cuya fertilidad es inferior a la necesaria para lograr óptimos rendimientos para la plantación o cultivo. Sin embargo la mayoría de malezas se adaptan mejor a suelos de buena fertilidad.

Factores bióticos: este factor lo constituyen las plantas y animales, modificando el crecimiento de las malezas de diversas formas (directas o indirectas) afectando su persistencia, debido a la competencia que allí se genera por los recursos disponibles.

**3.2.14 Qué es el control de malezas:** es el proceso por medio del cual se generan estrategias encaminadas a reducir la competencia de las malezas con las plantas por los nutrientes disponibles, por consiguiente se busca favorecer el desarrollo y crecimiento del cultivo; es fundamental que las medidas para combatirlas se dirijan contra los mecanismos de supervivencia que se encuentran en el suelo (Camacho y Reyes, 1981)

Para aplicar el método más adecuado es importante conocer el hábito de crecimiento y de producción de semilla, método de dispersión, requisitos de latencia, longevidad de semillas y habilidad de sobrevivencia, al igual que conocer la susceptibilidad o tolerancia a métodos químicos.

**3.2.15 ¿Qué es un fertilizante?:** es aquel material biológico o industrializado, que contenga como mínimo cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O), puede ser llamado fertilizante. La presentación de los fertilizantes químicos son: en polvo, granulado o en líquido y su modo de empleo depende del método de aplicación, las condiciones del sitio y los objetivos. (Rivas, 2016)

**3.2.16 Elementos minerales requeridos por los árboles:** las plantas para un correcto desarrollo necesitan de dieciséis elementos minerales, los cuales son requeridos en cantidades diferentes para sus procesos de crecimiento, mantenimiento y producción (almidones, grasas, vitaminas, proteínas, aminoácidos, hormonas, antibióticos). De éstos, trece se encuentran en el

suelo: los cuales se dividen en dos grupos macro elementos (requeridos en grandes cantidades) y en micro elementos (requeridos en menores cantidades), pero todos indispensables:

- ✓ Macro elementos: Nitrógeno, Boro, Fósforo, Cloro, Carbono, Potasio, Cobre, Hidrógeno, Calcio
- ✓ Micro elementos: Hierro. Oxígeno. Magnesio. Manganeso. Azufre. Molibdeno. Zinc
- ✓ Los otros tres son el carbono, el oxígeno y el hidrógeno, que se encuentran en el agua y el aire y constituyen los tejidos de la planta.

**3.2.17 Clases de fertilizantes:** se conocen dos tipos de fertilizantes: los inorgánicos y los orgánicos. Cualquiera de los dos que se use debe mineralizarse primero en iones inorgánicos disueltos en agua para que sean absorbidos por las raíces. La diferencia principal es la rapidez con que se lleva a cabo este proceso; es mayor en el caso de los fertilizantes inorgánicos. La baja solubilidad de los fertilizantes orgánicos es una ventaja cuando hay lixiviación excesiva en el suelo. Ejemplos:

Fertilizantes inorgánicos: la urea, el triple 15 y el sulfato de amonio.

Fertilizantes orgánicos: El estiércol, las compostas, el hueso molido y la sangre seca.

**3.2.18 Dosis fertilizante:** la cantidad de fertilizante se calcula de acuerdo a la concentración de nitrógeno en el producto que se vaya a aplicar, ya que este elemento es el que se requiere más frecuentemente y en mayores cantidades por parte de las plantas. La cantidad de fertilizante depende de la condición de salud de la planta, tipo de fertilizante, método de aplicación y condiciones del sitio. (Rivas, 2016)

La recomendación que hace la Sociedad Internacional de Arboricultura es aplicar 1 a 2 kg de Nitrógeno por cada 100 metros cuadrados de área de influencia del sistema radical del árbol o también 50 a 100 g por cada cm de diámetro normal (DN) del tronco del árbol.

### **3.3 Marco legal**

República de Colombia: Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Artículo 2 define: Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional; Ver Decreto Nacional 1541 de 1978.

2.- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos

Alcaldía Municipal de Málaga, Santander. Esquema de Ordenamiento Territorial Málaga Santander 2015.

## **4. Metodología**

### **4.1 Localización**

La práctica empresarial se desarrolló en una plantación forestal conformada por *A. acuminata* K., *A. decurrens* W. y *A. melanoxylon* R. Br., situada en la zona alta del municipio de Málaga, específicamente en el predio aledaño del embalse, vereda San Luis, donde la zona de vida corresponde según la clasificación de Holdridge a bosque húmedo montano bajo (bh-MB) con una altitud de 2547 m.s.n.m, presentando temperatura promedio 17°C, con precipitación promedio anual de 1681 mm/año según reportes suministrados del IGAC, dicha plantación se encuentra establecida en un área de 5.2 ha, localizada a una distancia aproximada de 6 km del casco urbano, dicho predio pertenece a la empresa de Servicio públicos de Málaga (ver figura 1).

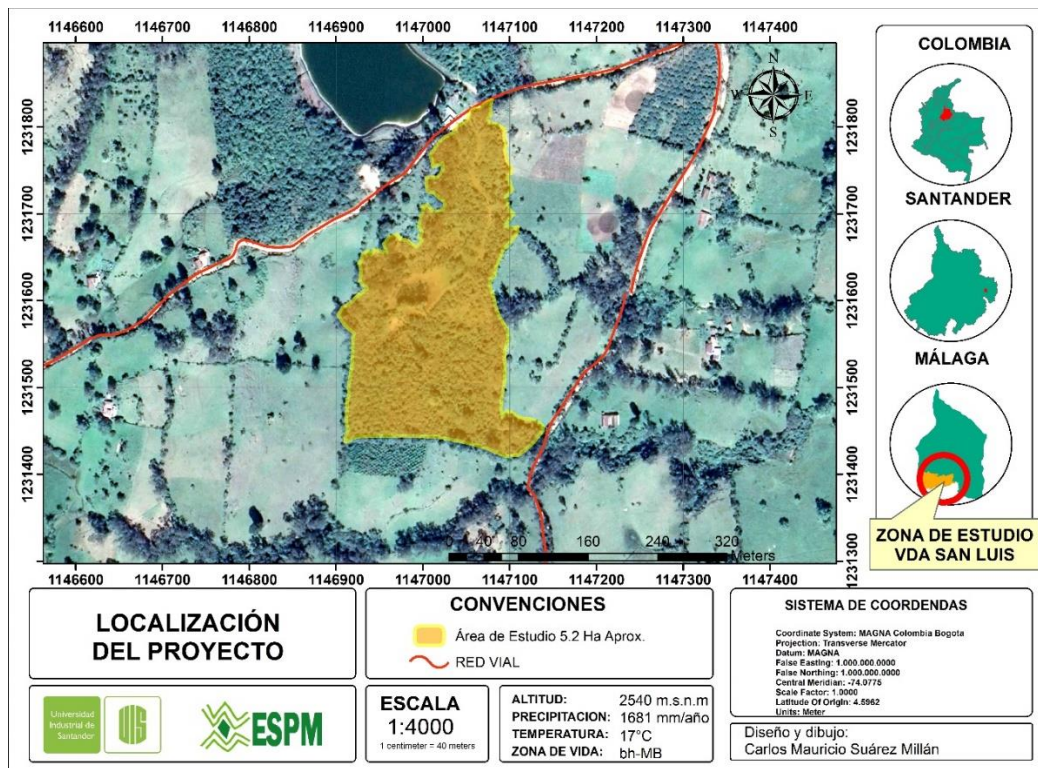


Figura 1. Localización del área de estudio

#### 4.2 Tipo de estudio

La práctica empresarial se desarrolló bajo un modelo de investigación descriptiva y propositiva, caracterizando el área de estudio de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas y estado

silvicultural de la plantación compuesta por las especies *A. acuminata* K., *A. decurrens* W. y *A. melanoxylon* R. Br., haciendo énfasis en el control de malezas y fertilización, acompañado de la toma de información por medio de registros sencillos que facilitaron el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio.

#### **4.3 Duración del estudio.**

La práctica empresarial se desarrolló en un periodo de 7 meses consecutivos a partir de la aprobación de la propuesta, iniciando en el mes de noviembre de 2017 y finalizando en el mes de mayo del año 2018, tiempo en el cual se ejecutó cada una de las actividades propuestas para el desarrollo del estudio.

#### **4.4 Fase 1. Descripción de las condiciones edafológicas de la plantación del predio aledaño al embalse**

Esta fase comprende la caracterización del suelo de la plantación forestal perteneciente a la E.S.P.M desarrollando seis etapas como se explica a continuación:

**4.4.1 Delimitación:** se inicia con la georeferenciación del área de estudio empleando herramientas tecnológicas como el GPS para la delimitación y el software ArcGis 10.3 (programa de sistema de información geográfico) que facilita el diseño de mapas que muestran, integran y sintetiza completas capas de información geográfica y descriptiva de diversas fuentes

**4.4.2 Tipo de suelo:** continúa a la delimitación general se describió el tipo de suelo presente en la plantación, el cual se desarrolló por medio de la metodología del IGAC, donde se describe en forma detallada el suelo, es decir la unidad cartográfica en la cual se sitúan las especies forestales, aplicando la fórmula compuesta por tres letras mayúsculas que en su orden representa el paisaje,

el clima y los suelos, acompañada por subíndices alfanuméricos que corresponden al rango de pendiente, estos datos son suministrados a través de procesos de georreferenciación mediante la incorporación del shapefile del área de estudio en el shapefile de zonificación de tierras del IGAC.

**4.4.3 Clases agrologicas del suelo:** busca describir la productividad y el desarrollo agropecuario de la zona de estudio, este sistema de clasificación se realizó con base a la metodología del IGAC usando las unidades de mapeo del área de estudio, la cual propone 8 clases que se representan con números romanos del I al VIII y subclases que son las divisiones que agrupan las tierras con igual grado de intensidad de limitantes y se designan con letras minúsculas colocadas como subíndices del numero romano.

**4.4.4 Cobertura vegetal y uso potencial del suelo:** para esta etapa se tuvo en cuenta la metodología de Corine Land Cover adaptada para Colombia, que facilita la descripción en el conocimiento de los recursos naturales de la zona de estudio, su ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como también la actualización permanente de información, contribuyendo a los procesos de seguimiento de cambios y dinámica de las coberturas terrestres, la cual consta de 5 categorías compuestas por áreas de uso similar, ayudado de la cartografía tomada en el área de estudio y sobre puesta en el mapa base cuya fuente es el EOT, estas herramientas deben estar bajo el mismo sistema de coordenadas de proyección, facilitando la interpretación para determinar su uso actual apoyado de Corine Land Cover, adicional a esta etapa se describió el uso potencial del suelo por medio de la comparación cartográfica se obtiene la información real, aplicando la metodología anteriormente descrita.

**4.4.5 Perfil del suelo:** su descripción hace referencia al proceso sistemático de observación y de calificación (cuantitativo y cualitativo) tomando como referencia la metodología propuesta por

Jaramillo (2002) y uso de claves para la taxonomía de suelos propuesta por el NRCS, con la intención primordial de conocer su clasificación taxonómica, caracterizar sus limitantes de uso y establecer su uso y manejo más racional, iniciando con la observación al interior del suelo por medio de tres calicatas cuyo corte adecuado se realizó con profundidad de 1 metro<sup>3</sup>, permitiendo observar el solum (horizontes A y B), puesto que él guarda el registro de la pedogénesis, distribuidas de acuerdo al grado de pendiente del terreno y cobertura vegetal de las especies que conforman la plantación (*A. acuminata* K, *A. decurrens* W., y *A. melanoxyton* R. Br.), para luego determinar los horizontes observando las características morfológicas macroscópicas que presenta el perfil teniendo en cuenta la clasificación de Soil Survey Division Staff (SSDS,1998) que define 7 horizontes o capas maestros en el suelo, los cuales se simbolizan con las letras mayúsculas: O, A, E, B, C, R y W, y se acompañan de subíndices literales minúsculos que representan las características subordinadas de los horizontes (ver apéndice A), además se cuantifica y cualifica las propiedades físicas que puedan detallarse en campo como son: espesor, el cual se define de forma sencilla usando cinta de enmascarar a lo largo de la calicata, donde el cambio de horizonte es el límite, midiendo con un metro su longitud. Otra característica es color, variable que se describe y clasifica por observación tomando como referente la tabla de Munsell. Otras variables son actividad de macroorganismos y estructura del suelo las cuales se determinaron por medio de observación y toma de datos correspondientes a tipo, tamaño, y grado de las unidades estructurales del suelo para cada horizonte apoyado de fotografías expuestas en la guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. En cuanto a porosidad se halló con ayuda de imágenes tomadas a través del estereoscopio a muestras de suelo pertenecientes a cada horizonte y fueron comparadas con medidas expuestas por Jaramillo (2002), continuo se evaluaron las raíces y la profundidad efectiva del suelo observando el corte transversal, midiendo y registrando su tamaño, hasta encontrar

aquellos obstáculos físicos o químicos, dando una calificación cualitativa según la metodología del IGAC, además se calculó la temperatura edáfica en tres momentos del día iniciando la primera toma a las 5 am, la segunda al medio día y la tercera a las 5 pm con ayuda del sensor GS3 (Mide % Contenido volumétrico hídrico, temperatura del suelo y conductividad eléctrica) para cada calicata, por último se evaluó el drenaje del suelo realizando 3 hoyos cuyas medidas fueron de 40 cm<sup>3</sup>, 20 cm<sup>3</sup> y otro con medidas de 20 x 20 cm y profundidad de 5 cm, a los cuales se les agrego 20 litros, 10 litro y 2 litros respectivamente, midiendo el tiempo en que cada muestra demora en drenar, este proceso se efectuó por dos días consecutivos, cabe mencionar que este estudio se realizó en época de invierno.

**4.4.6 Propiedades químicas del suelo:** para obtener los datos de los nutrientes del suelo se procedió a tomar 3 muestras de tierra con barreno colectando los primeros 20 cm del terreno, las cuales se mezclaron hasta obtener una muestra homogénea y de allí tomar un pool para el análisis de suelo, donde la muestra fue enviada y analizada en el laboratorio de suelos de CORPOICA sede Mosquera, alterno se calculó el pH y conductividad eléctrica por medio de un medidor multiparamétrico, usando los instrumentos adecuados para el proceso, tomando una muestra de suelo (gr) y agua destilada (ml) en relación 1: 1 hasta homogenizar, registrando la información generada, acción que se realizó a cada uno de los horizontes perteneciente a las calicatas.

#### **4.5 Fase 2. Descripción de las condiciones climáticas de la plantación del predio del embalse**

Alterno a las características del suelo se describieron las variables climáticas: precipitación, temperatura y humedad relativa, teniendo en cuenta los registros de la estación pluviométrica ubicada en el municipio de Málaga, instalada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM), estudios realizados en la zona y la metodología propuesta por

Bochell para temperatura, donde dichos datos se recopilan para generar la información necesaria en el estudio la cual se representa por medio de tablas y gráficas.

#### **4.6 Fase 3. Descripción de las variables dasométricas, los síntomas presentes en el follaje y malezas en la plantación de *Alnus acuminata* K., *Acacia decurrens* W. y *Acacia melanoxylon* R. Br.**

En esta etapa se procedió a realizar la descripción general de las especies forestales presentes en el predio a nivel silvicultural, iniciando con el reconocimiento del área de estudio para así determinar el tamaño de la muestra, comenzando con un muestreo de tres parcelas de 20 x 50 metros (ver tabla 1) hasta buscar que el muestreo se estabilizara (ver tabla 2), estableciendo finalmente 6 parcelas con medidas de 20x50 metros distribuidas al azar, dentro de las cuales se crearon 10 subparcelas de 10x 10 metros teniendo en cuenta la metodología de Omar Melo (ver figura 2), facilitando la toma de información, donde el área seleccionada para el muestreo abarca el 11.53% de la plantación, siendo representativa con respecto a la cantidad de individuos que conforman la plantación. En cada parcela se identificaron y describieron las especies arbóreas registrando en formatos de campo variables dasométricas como DAP (diámetro a la altura del pecho) la cual se calculó con ayuda de la cinta diamétrica, la altura total y comercial fue hallada con una regla graduada a tres metros, además se observó y registro en formatos el estado y los síntomas presentes en el follaje de cada una de las especies observando a nivel general los arboles presentes en cada parcela, por último se describieron las malezas existentes en el área de estudio.

Tabla 1.

*Premuestreo*

Media	0,04543753
Error típico	0,00527855
Mediana	0,04290881
Desviación estándar	0,02891181
Varianza de la muestra	0,00083589
Coefficiente de variación	0,63629786
T- student	1,69912703
Curtosis	4,71887973
Coefficiente de asimetría	1,71596305
Rango	0,14247558
Mínimo	0,00800549
Máximo	0,15048108
Suma	1,36312604
Cuenta	30

Tabla 2.

*Muestreo*

Media	0,04152656
Error típico	0,00322861
Mediana	0,03290799
Desviación estándar	0,02500874
Varianza de la muestra	0,00062544
coeficiente de variación	0,60223492
t- student	1,67109303
Curtosis	4,60208316
Coefficiente de asimetría	1,61987733
Rango	0,14247558
Mínimo	0,00800549
Máximo	0,15048108
Suma	2,49159355
Cuenta	60

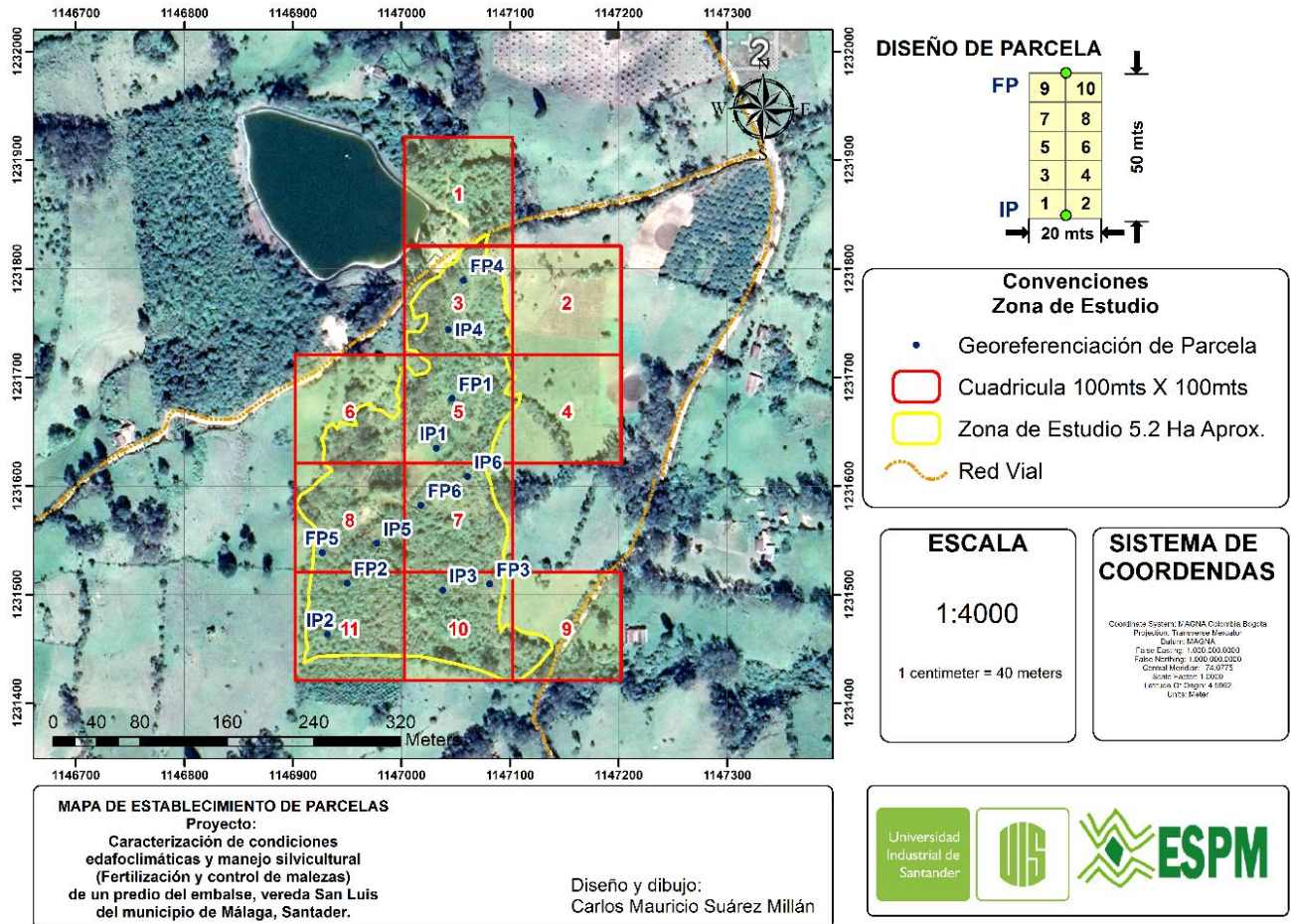


Figura 2. Delimitación de parcelas para la Caracterización silvicultural de la plantación de *A. acuminata* K, *A. decurrens* W. y *A. melanoxylon* R. Br.

**4.7 Fase 4. Establecimiento de los planes de manejo de las labores silviculturales (control de malezas y fertilización) para la plantación de *A. acuminata* K, *A. decurrens* W. y *A. melanoxylon* R. Br.**

A partir de la evaluación de las fases anteriores y partiendo del tipo de malezas existentes en la plantación, para evitar daños posteriores al cultivo forestal en sus diferentes aspectos se busca generar la conservación y mejoramiento de la plantación, garantizando beneficios directos e indirectos para el desarrollo de la misma y claramente de la empresa. Dicha intervención para el

manejo de las malezas y el plan de fertilización tiene que estar ordenada mediante un programa de manejo silvicultural específicamente para estas dos actividades, generado de manera participativa y fundamentada en el conocimiento técnico y científico actualizado sobre el estado de las especies a intervenir y de su relación con las condiciones edafoclimáticas, y sus requerimientos nutricionales. El plan de control de malezas y fertilización forestal deberá ser útil para planificar de forma ordenada a través del tiempo cada acción a desarrollar en la tarea de conservar y aumentar el desarrollo de los árboles para de esta forma producir las mejoras en el aspecto productivo.

## **5. Resultados**

### **5.1 Descripción de las condiciones edafológicas de la plantación del predio aldeaño al embalse**

**5.1.1 Tipo de suelo:** la unidad de estudio se encuentra localizada en paisajes de montaña cuyos relieves son ondulados y/o quebrados con pendientes de 12-25%, donde el clima a través de las variables que lo caracterizan intervienen de innumerables formas sobre el material parental derivados de rocas sedimentarias e ígneas, su litología comprende cenizas alteradas depositadas sobre areniscas y por arcillolitas sectorizadas con texturas franca, franco arcillosas y franco arcillo arenosas, dando lugar a determinadas propiedades físicas, dichas características se basan en la observación en campo y de acuerdo a la clasificación del IGAC. El área evaluada corresponde a la Consociación Andic Humitropepts (MLD) y puntualmente a la consociación, fase fuertemente ondulada (MLDd), como se muestra en la figura 3. Este tipo de suelos se caracterizan por poseer tres perfiles u horizontes de tipo A, B y C, con drenajes moderadamente profundos, con reacción

extremada a fuertemente acida, saturación de aluminio mayor del 65% y fertilidad baja y erosión moderada localizada, encontrando presencia de la edafofauna,

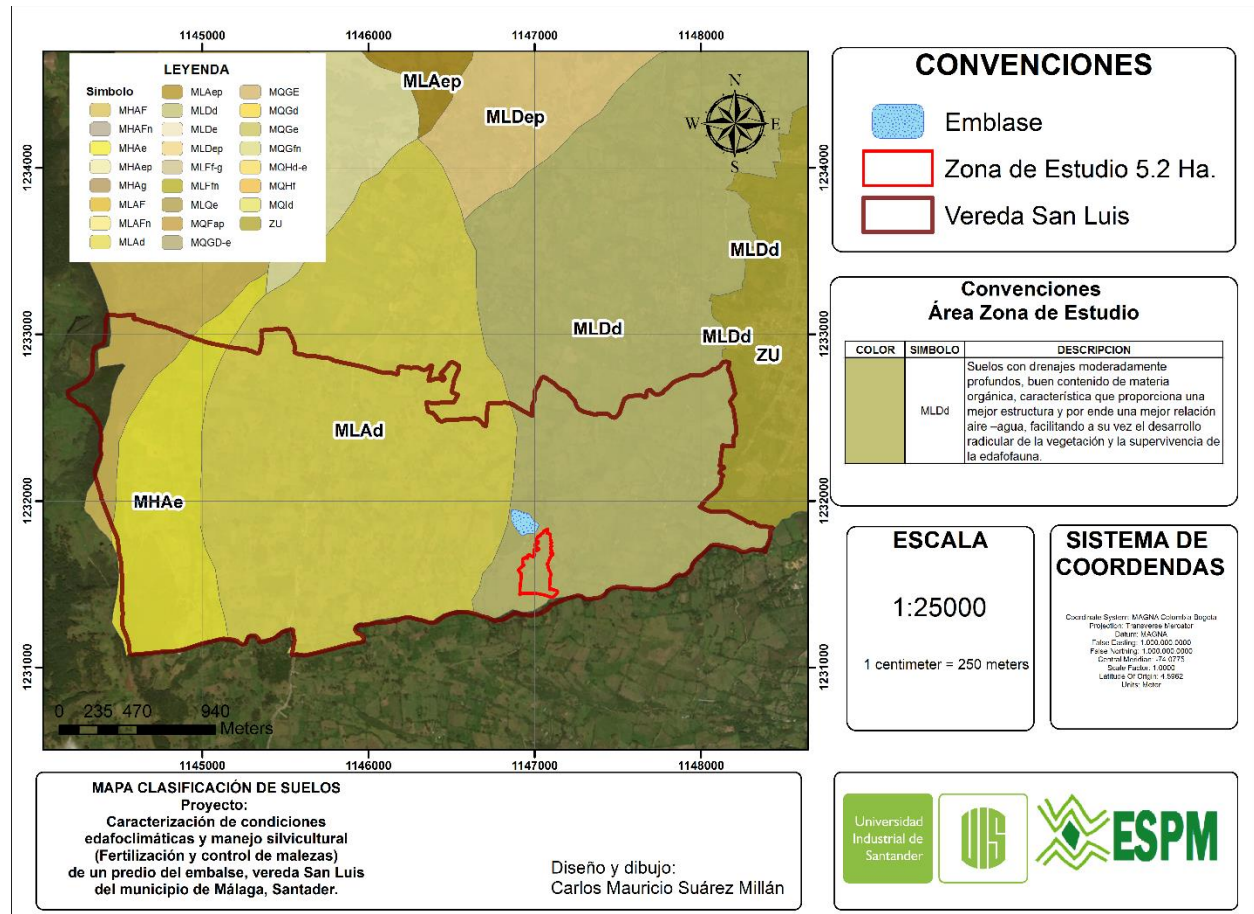


Figura 3. Tipo de suelo del área de estudio

**5.1.2 Clases agrologicas del suelo:** el propósito de conocer las características edáficas y reunir las unidades de mapeo de los suelos según sus asociaciones, consociaciones, complejos y grupos indiferenciados en clases, subclases y fases de manejo, permite identificar las limitantes que influyen en su productividad y que afectan el desarrollo agropecuario, logrando generar recomendaciones acordes con el tipo de suelo, su uso y manejo. Después de aplicar el sistema de clasificación agrologica de tierras, se encontró que el predio pertenece a las tierras de clase IV, las

cuales presentan limitaciones de orden climático y edafológico relacionado con las siguientes variables: frecuentes heladas, alta nubosidad, bajas temperaturas, escasa precipitación pluvial, fragmentos de roca en la superficie, pendientes relativamente fuertes, erosión moderada, poca profundidad efectiva, aluminio toxico, baja fertilidad, permeabilidad muy lenta y drenajes impedidos , es decir que estas tierras requieren de prácticas encaminadas a la protección de los suelos mediante sistemas de manejo que busquen su protección y conservación, donde la agroforesteria es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro, este agrupamiento agrológico incluye la subclase por limitación de pendiente (IVp ) a la cual pertenece el área de estudio como se muestra en la figura 4, esta clasificación únicamente tiene en cuenta la gradiente, considerando que el valor de 12% del gradiente es el punto crítico para la mecanización, ya que a partir de este valor se incrementa la susceptibilidad de los suelos a la erosión y se reduce la diversidad de cultivos, siendo este factor una característica decisiva para el uso del suelo y su manejo, así como también para el desarrollo de procesos erosivos si no se utilizan prácticas de conservación.

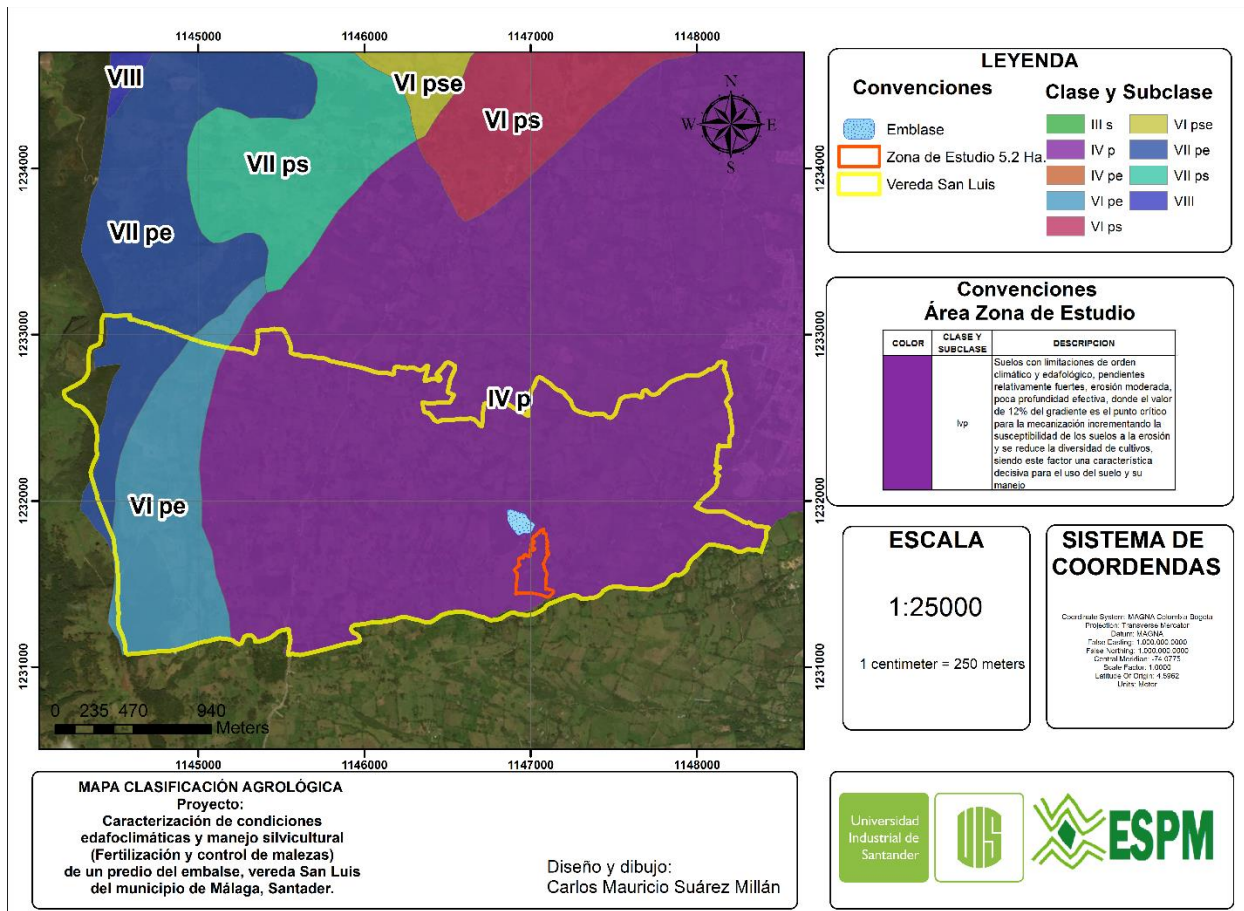


Figura 4. Clasificación agroológica de la zona de estudio

**4.1.3 Cobertura vegetal:** las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica, identificando para la unidad de estudio 2 tipos de coberturas según la clasificación de Corine Land Cover adaptada para Colombia. En la figura 5 se observa con el numeral 3.1.5 denominada plantación forestal, cobertura constituida por las especies (*A. acuminata* K., *A. decurrens* W. y *A. melanoxylon* R.Br.), las cuales fueron establecidas por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal (ver figura 6). En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera

(plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras), esta cobertura tiene una participación del 96.2% del área total de estudio, seguido de un 3.8% que corresponde al numeral 4.1.1 denominado zonas pantanosas que corresponden al nivel de áreas húmedas, en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente. Es importante mencionar que alrededor de esta área se encuentra un grupo pequeño de sauces, especie que tiene una gran preferencia por la riberas de los ríos y las zonas más o menos inundadas permanentemente (ver figura 7)

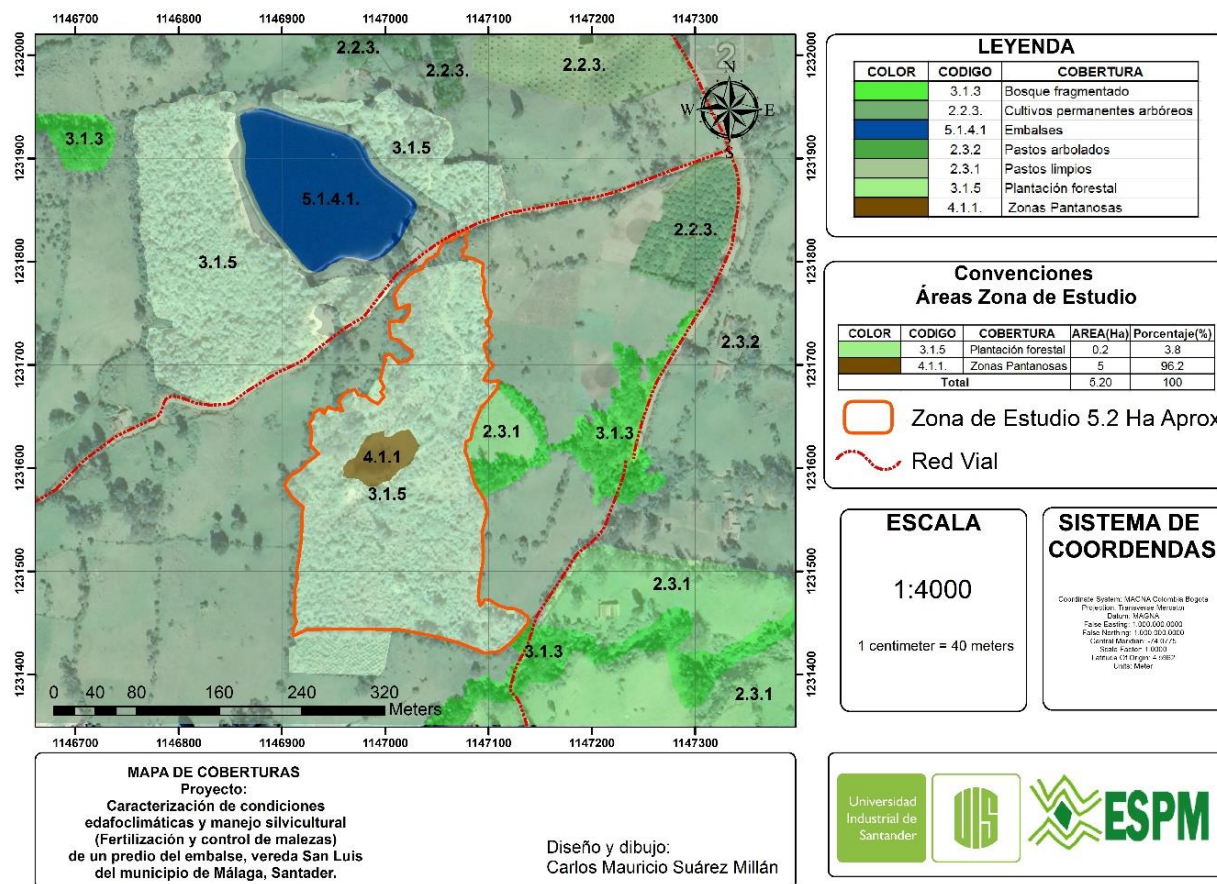


Figura 5. Cobertura vegetal del área de estudio



*Figura 6.* Cobertura vegetal: plantación forestal



*Figura 7.* Cobertura vegetal: zona pantanosa

**5.1.4 Uso potencial del suelo:** para su identificación se tuvieron en cuenta algunos aspectos del suelo, como pendiente, clase agrológica, formación vegetal, entre otras, apoyadas en el esquema de ordenamiento territorial del Municipio de Málaga, donde la intercepción de cada uno de estos aspectos facilito caracterizar el uso óptimo o ideal del suelo para garantizar la conservación y productividad del mismo. Dentro de la zona de estudio se definió que el suelo es apto para actividades pecuarias, principalmente la ganadería con un uso denominado pastoreo semi intensivo (PSI). En la figura 8 de aptitud de uso del suelo se observa la categoría en la cual se encuentra la zona de estudio. Cabe mencionar que en este aspecto el uso del suelo debe reevaluarse debido a las características de baja fertilidad, alta acidez que lo hace muy limitante para la producción de pastos en especial pastos mejorados.

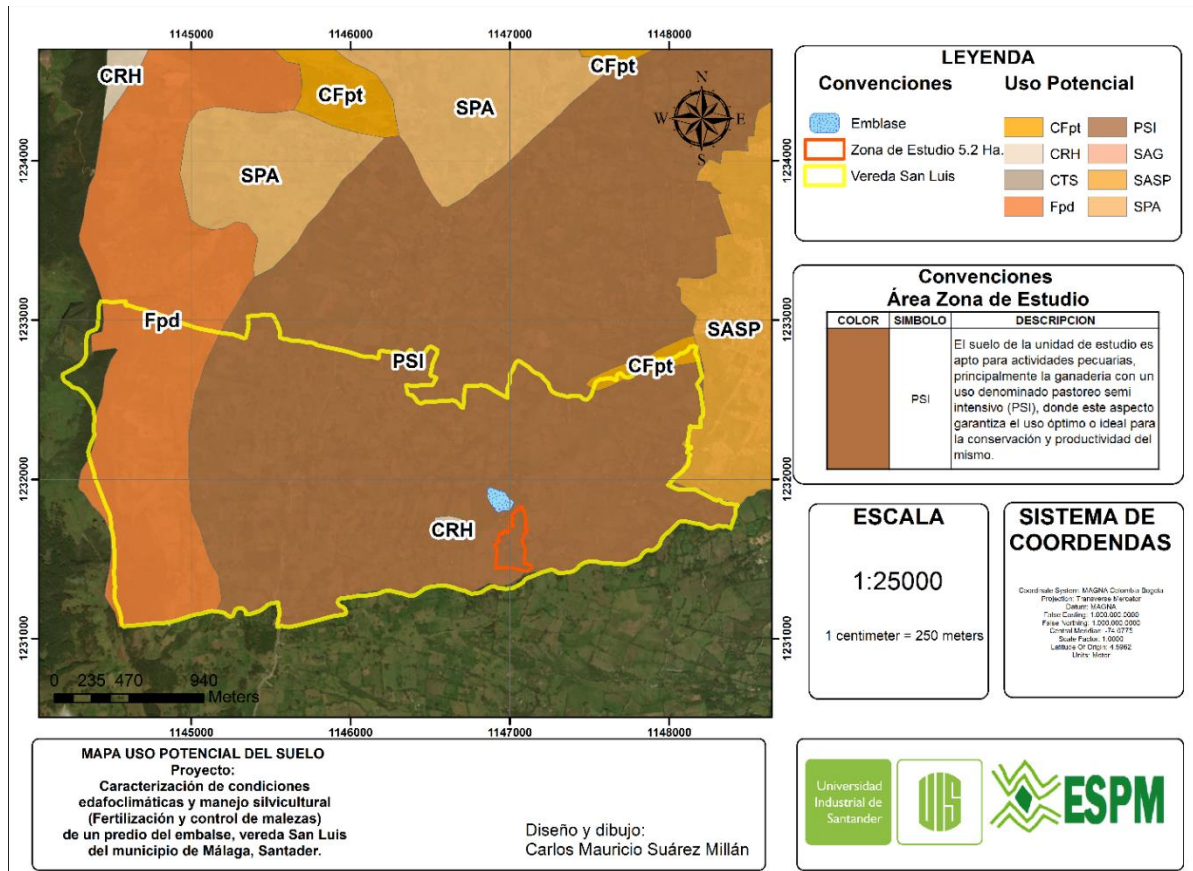


Figura 8. Aptitud de uso del suelo del área de estudio

Luego de describir las variables que limitan este tipo de suelo y teniendo en cuenta las clases agrológicas se procede a describir las características presentes en el perfil del suelo.

**5.1.5 Perfil del suelo:** Jaramillo (2002) afirma que el suelo es un cuerpo tridimensional y para lograr entender su evolución debe evaluarse en conjunto, lo que significa que para ello se expuso a la observación interior, detallando las capas presentes con dicho corte denominadas horizontes. En el estudio se realizaron tres calicatas en puntos estratégicos con respecto a la pendiente y la cobertura vegetal, describiendo el espesor y tipo de horizonte, apoyado de información secundaria. En las figuras 9, 10 y 11, se exteriorizan los horizontes, encontrando horizontes orgánicos que se caracterizan por estar desprovistos de materia mineral, llamados comúnmente como horizontes "O", continuo se encuentra los horizontes órgano-minerales, es decir más o menos ricos en materia orgánica y mineral; estos suelen calificarse como horizontes "A" y finalmente horizontes minerales edafizados, es decir muy afectados por los procesos que ocurren en el suelo, a los que se suelen denominar horizontes "B".

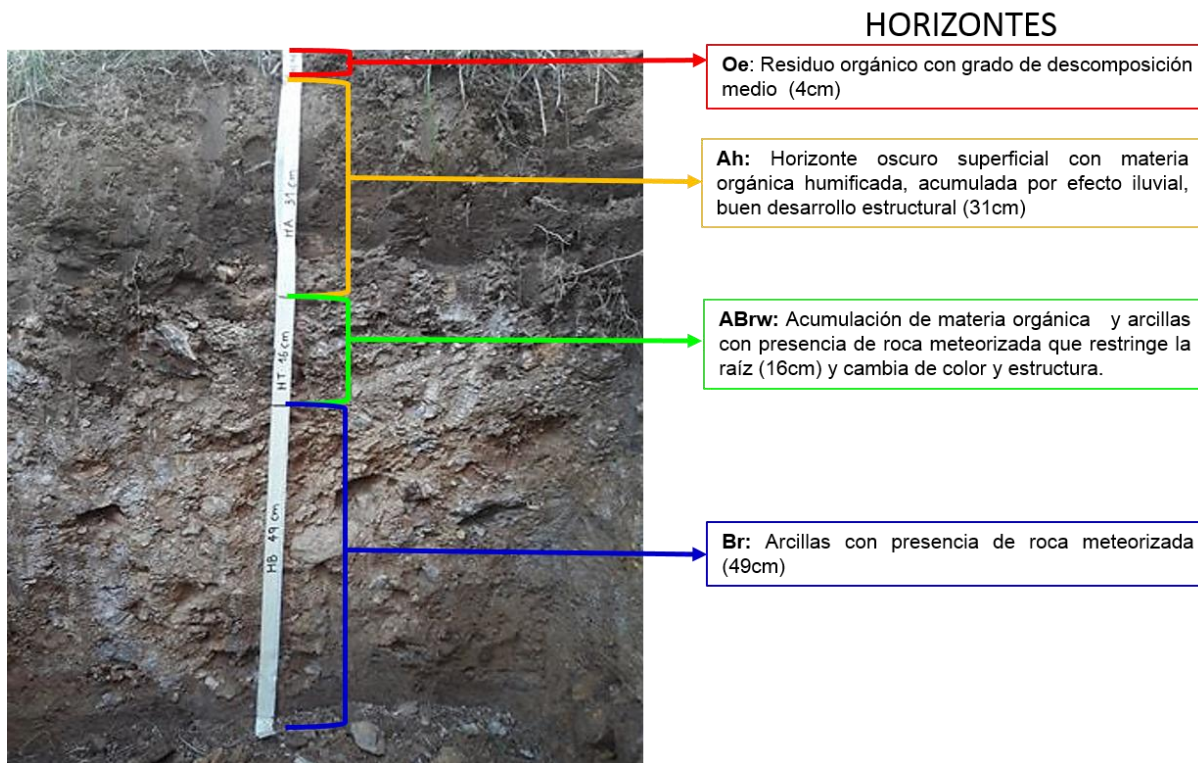


Figura 9. Horizontes presentes en la calicata 1

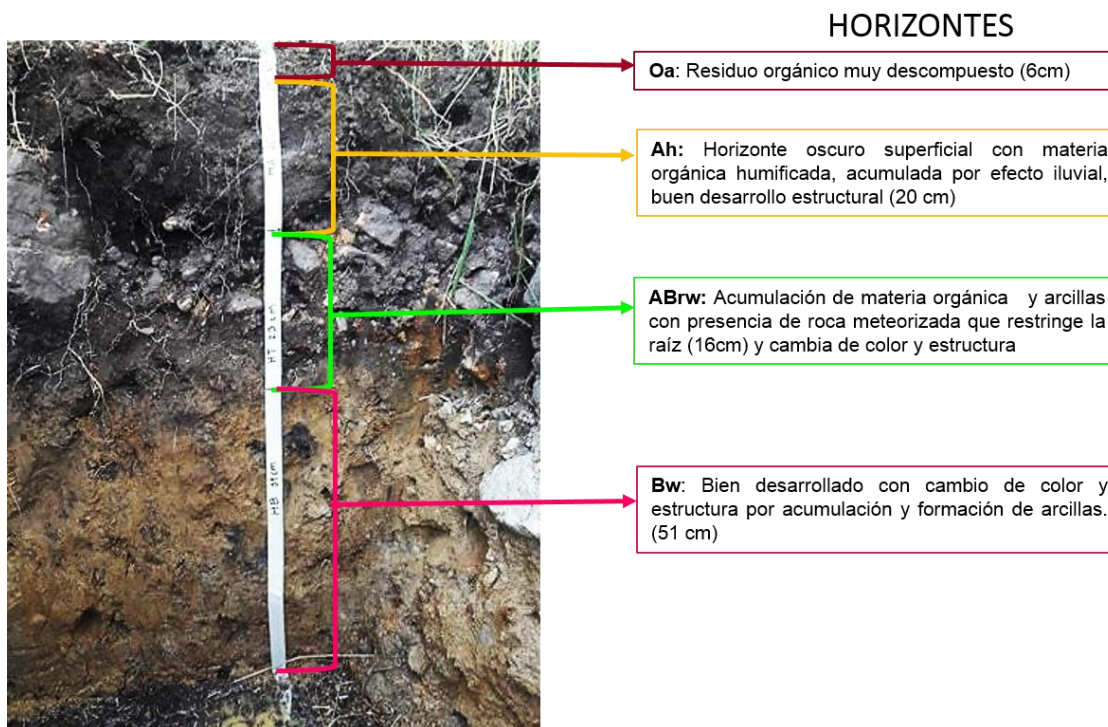


Figura 10. Horizontes presentes en la calicata 2

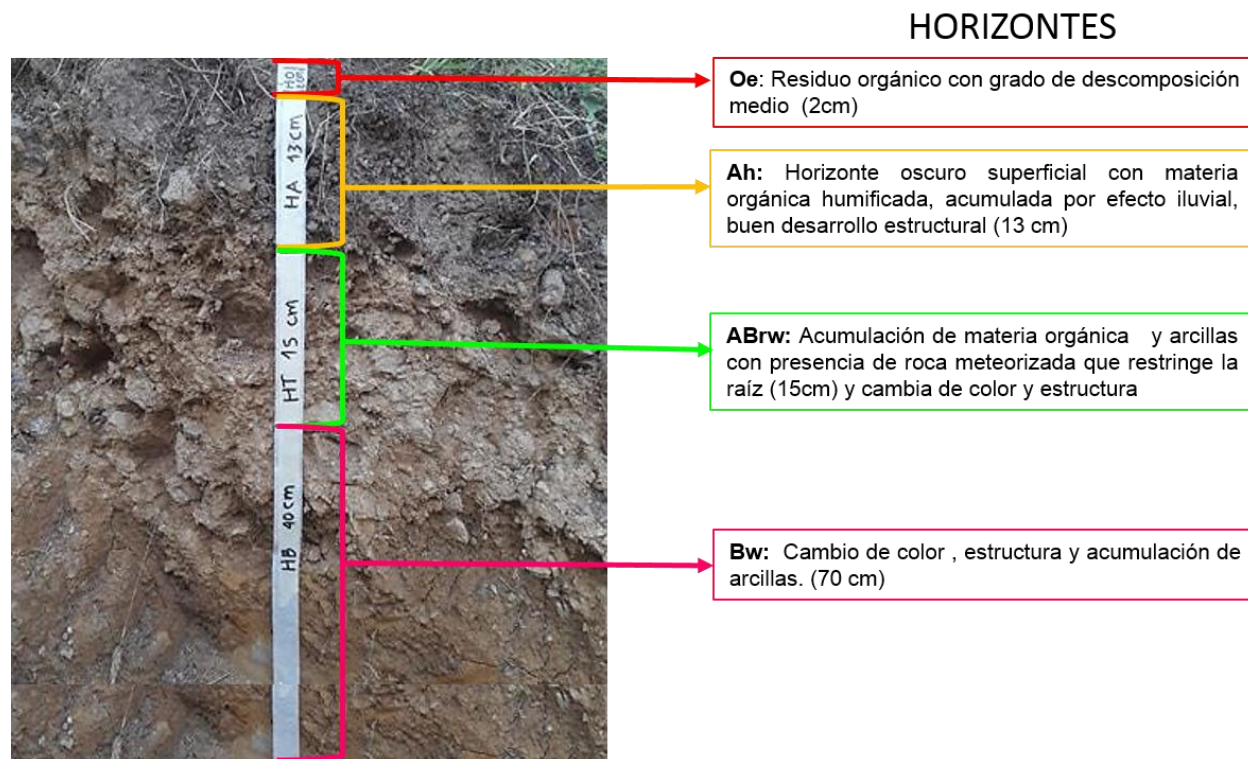


Figura 11. Horizontes presentes en la calicata 3

**5.1.5.1 Textura:** esta variable es gran importancia en trabajos de reconocimiento de suelos, ya que requiere de numerosas observaciones y de descripciones de perfiles de suelos, en períodos de tiempo cortos, donde se debe analizar las partículas minerales de diferentes tamaños que se encuentran dentro del suelo. Para el presente trabajo se describió la textura correspondiente a cada horizonte de las calicatas objeto de estudio, es importante aclarar que para una medición precisa de textura debe realizarse en el laboratorio pero esto acarrea altos costos por lo cual no hacen viable esa posibilidad. Autores como Mejía (1983) considera que para muchos suelos la textura determinada al tacto es confiable, para caso del estudio se realizó una estimación en campo la cual es aceptable ya que se desarrolló mediante el tacto (ver figura 12).



Figura 12. estimacion de la textura del suelo en campo

Algunas de las propiedades que se observaron para establecer la clase textural de las calicatas al tacto fueron: la sensación que se produce al frotar la muestra entre los dedos, la facilidad de formar cintas y bolas con la muestra y la firmeza de ellas, así como la adhesividad o pegajosidad de la muestra al ser sometida a compresión entre los dedos y posteriormente al ser liberada esta compresión; la definición de estas propiedades para las diferentes clases texturales se resume en la tabla 3 adaptada de Jaramillo (2002) para el estudio, donde las texturas que allí se describen fueron las encontradas en las tres calicatas y sus respectivos horizontes.

Tabla 3.  
Características de las clases texturales del suelo al tacto.

Textura	Tacto	Cinta	Bolas	Adhesividad
Franco Limoso (FL)	Suave	Rizada	Buena	Media
Limosa (L)	Harinoso	Rizada	Regular	Poca
Franco Arcillo Arenoso (FArA)	Poco áspero	Regular	Buena	Alta
Franco Arcillo Limoso (FArL)	Suave	Rizada	Buena	Alta
Arcillo Limoso (ArL)	Suave	Buena	Buena	Alta

Nota:\* Clases de texturas presentes en suelo del área de estudio. Adaptado de “Jaramillo, D.” (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

**5.1.5.2 Color:** es una de las características morfológicas más evidentes del suelo, el cual guarda una estrecha relación con sus principales componentes sólidos (Jaramillo, 2002). En la figura 13 se muestra claramente la determinación del color del suelo, el cual se llevó a cabo por medio de la comparación de las muestras de cada horizonte y la tabla de color propuesta por Munsell, asignando un nombre de color a una determinada notación, con el fin de uniformizar la nomenclatura que se dé a los colores, cabe mencionar que las consideraciones con respecto al color se realizaron con muestras secas.

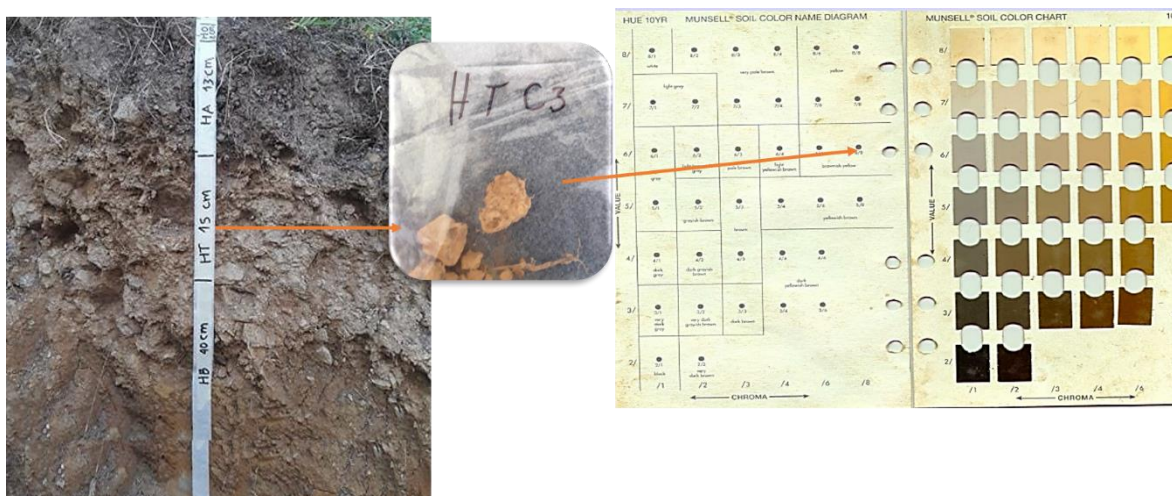


Figura 13. Determinación del color del suelo

**5.1.5.3 Actividad de macroorganismos:** al observar este aspecto se encontró que la biota edáfica está compuesta de fauna y flora, donde la mayoría de los organismos viven en las capas superficiales del litter (residuos vegetales frescos). Las condiciones de humedad, temperatura, ventilación, luminosidad y espacio favorecen sus necesidades, cumpliendo un papel fundamental la fauna edáfica en la transformación y translocación de la materia orgánica. (Porta et al, 1994) argumenta que animales que posean tamaños mayores a 6 mm son denominados macroorganismos.

Los principales animales que se observaron en el suelo fueron los anélidos que se refieren a las lombrices de tierra. De acuerdo con varios trabajos citados por Escobar (1997), las condiciones que favorecen el desarrollo de la lombriz de tierra son: El pH óptimo entre 5.5 y 6.5, aunque pueden crecer en un rango entre 4.5 y 8, La temperatura óptima varía entre 15 y 25°C y La humedad indispensable para mantener su cuerpo frío y húmedo, toleran saturación del suelo, pero con presencia de oxígeno (ver figura 14).

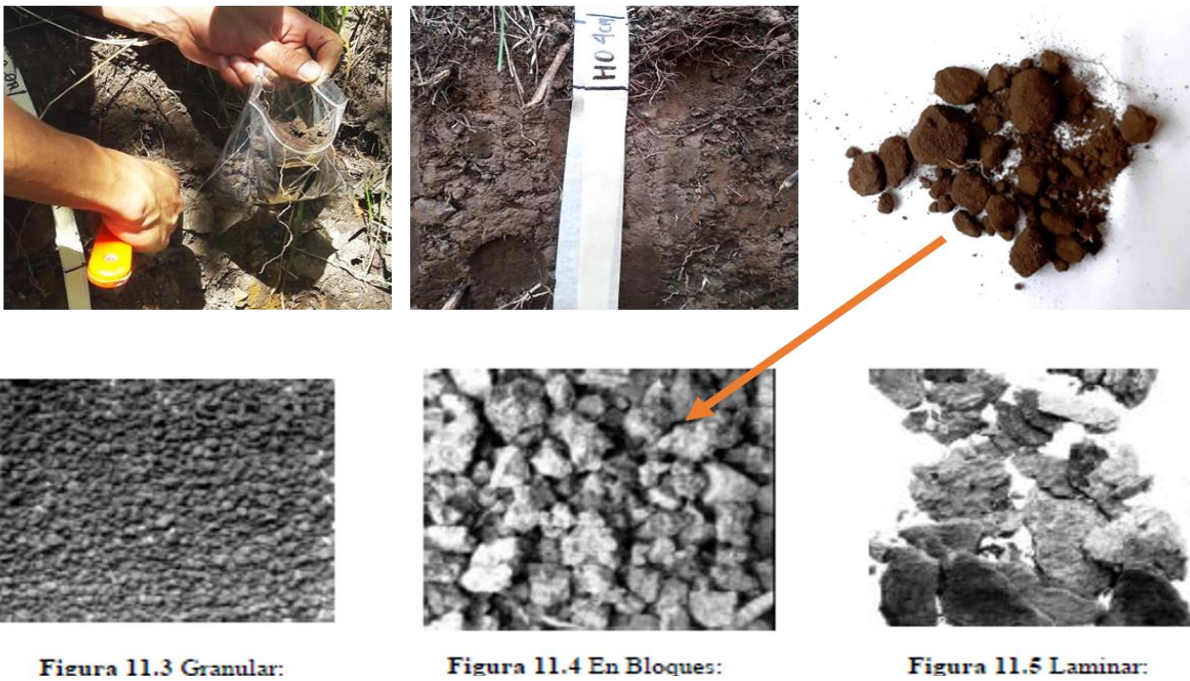


*Figura 14.* Actividad de macroorganismos en el área de estudio

**5.1.5.4 Estructura del suelo:** este aspecto hace referencia a la organización de los minerales, la materia orgánica y los poros que forman terrones o agregados del suelo que resultan de procesos pedogenéticos. Los datos obtenidos son el resultado de la descripción de las calicatas en condiciones ligeramente húmedas a secas, encontrando que la clasificación de la estructura está constituida por la clase combinada estructura débil a moderada (WM), donde los agregados son visibles en el sitio ya que al remover el material de suelo se rompe en una mezcla de agregados

completos, muchos agregados rotos, y muchos materiales sin caras agregadas; en consecuencia una mala estructura puede significar efectos dañinos para algunas plantas, como: exceso o deficiencia de agua, falta de aireación, poca actividad microbial, impedimento en el crecimiento de las raíces, incidencia de enfermedades y mal drenaje, entre otros (Cock, et al, 2006).

La estructura del suelo para el área objeto de estudio se describe en términos de tipo y tamaño de los agregados teniendo en cuenta la Guía para la evaluación de la calidad y salud del Suelo (USDA, 1999), en la figura 15 se muestra un ejemplo de cómo se realizó la clasificación por tipo para cada horizonte.



**Figura 11.3 Granular:**

**Figura 11.4 En Bloques:**

**Figura 11.5 Laminar:**

*Figura 15.* Clasificación por tipo de estructura para los horizontes presentes en el área de estudio.

En los diferentes horizontes descritos, se detallaron dos tipos de agregados los cuales se describen a continuación:

Estructuras en bloques: este tipo de partículas de suelo se encuentran congregadas en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos acentuados. Los bloques relativamente grandes revelan que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua. Suelen hallarse en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.

Estructura laminar: está compuesta de partículas agregadas en láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra. A menudo las láminas se traslapan, lo que dificulta notablemente la circulación del agua. Esta estructura se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en parte del horizonte A y en los suelos formados por capas de arcilla.

En cuanto al tamaño de las partículas, se puede afirmar que esta característica varía con respecto al tipo de estructura, encontrando que para la estructura de bloques se presentaron tamaños que van de muy fino (menor a 5mm), fino (5 a 10 mm) y medio (mayor a 10mm), para estructuras laminares los tamaños son fino (menor de 2mm), medio (2 a 5mm) y grueso (5 a 10 mm). En la figura 16 se observa un ejemplo para la medición del tamaño de los agregados del horizonte A de la calicata 1, perteneciendo a la clase medio el cual comprende medidas de 5 a 10 mm.

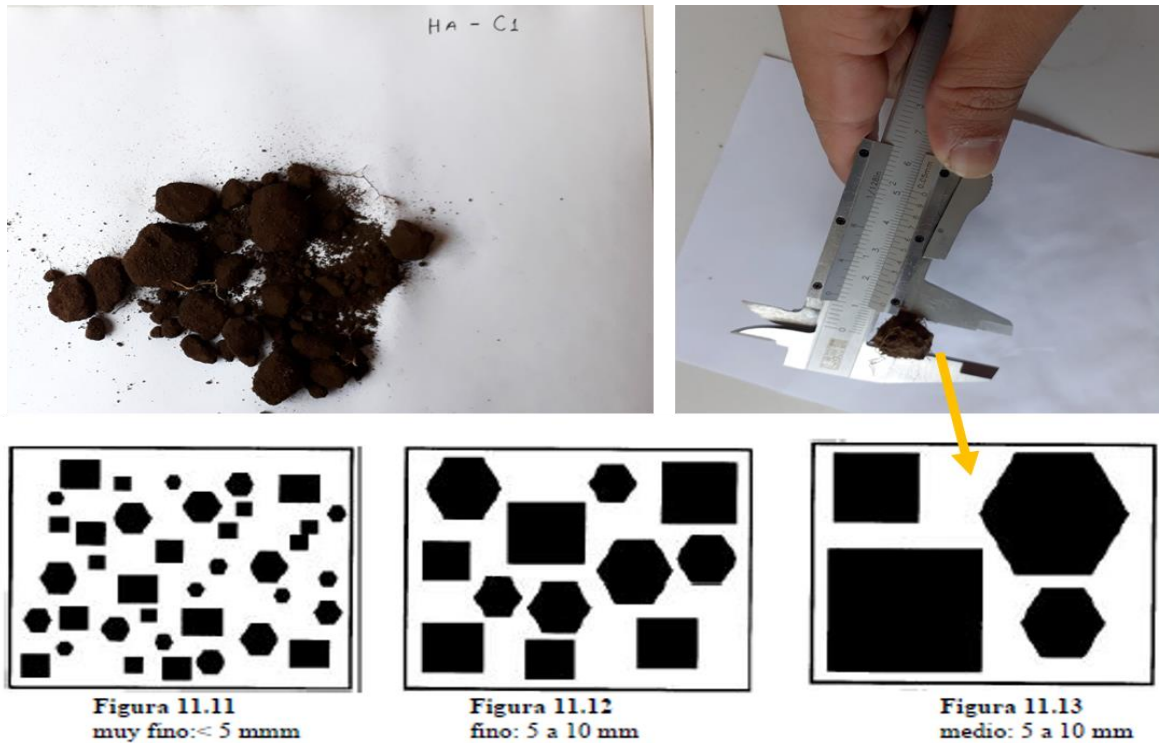


Figura 16. Clasificación por tamaño para los horizontes presentes en el área de estudio

**5.1.5.5 Porosidad:** esta variable incluye todos los espacios vacíos en el suelo, los cuales se encuentra relacionados con el arreglo de los constituyentes primarios, patrones de enraizamiento, cámaras de aire construidas por animales o cualquier otro proceso formador del suelo, como agrietamiento, desplazamiento y percolación. El término espacio vacío es casi equivalente al término poro, pero este último es más usado de forma restrictiva y no incluye por ejemplo: fisuras o planos. Para la determinación en campo se analizaron las muestras de cada horizonte en el laboratorio de suelos, con ayuda del estereoscopio, observando cada muestra de suelo perteneciente a las tres calicatas y comparando dichos valores con medidas expuestas por Jaramillo (2002) (ver tabla 4 y figura 17)

Tabla 4.  
*Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño*

Tipo de poros	Diámetro (mm)
Muy gruesos	Mayor a 10
Gruesos	10-5
Medios	5-2
Finos	2- 0.5
Muy finos	Menor a 0.5

Nota:\* Clasificación de los poros presentes en suelo propuesta por SSDS (1993). Adaptado de “Jaramillo, D.” (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>



Figura 17. Determinación del tipo de poros

**5.1.5.6 Raíces y profundidad efectiva del suelo:** el registro del tamaño y abundancia de las raíces es en general suficiente para caracterizar la distribución de las mismas en el perfil de suelo, como se muestra en la figura 18 dentro de cada una de las calicatas se observó presencia de raíces, donde los mayores porcentajes de abundancia están en los horizontes orgánicos. La profundidad del suelo es un factor definitivo en la evaluación de la calidad del terreno, puesto que un incremento en profundidad casi siempre va asociado con la capacidad de anclaje y desarrollo en profundidad de la raíz de los árboles y con una mayor cantidad de nutrientes, una gran capacidad de retención de agua y menos susceptibilidad ante el viento fuerte. En general es apropiada una profundidad

mayor de un metro para mayor seguridad del desarrollo de la plantación, encontrando a lo largo del perfil del suelo presencia de raíces, las cuales pueden ser limitada si hay un nivel freático muy alto, capas del suelo internas endurecidas, exceso de rocas. Es una de las primeras determinaciones al momento de evaluar los terrenos a reforestar.



Figura 18. Presencia de raíces

**5.1.5.7 Temperatura edáfica:** este aspecto es de gran importancia debido a la sensibilidad que presenta las especies vegetales en su crecimiento inicial (germinación y estado de plántula) donde requieren mayor temperatura edáfica en el desarrollo inicial con respecto a los procesos de maduración de sus órganos. Las plantas en sus órganos subterráneos no poseen la capacidad de termorregulación, por lo que las temperaturas cardinales (mínima, óptima y máxima) se contrastan más en los órganos aéreos. Autores afirman que en general, el crecimiento y desarrollo de la planta

aumenta al incrementar la temperatura edáfica hasta un nivel máximo entre 25 y 35°C, dependiendo de la especie; existiendo también plantas que se desarrollan bajo temperaturas edáficas mínimas (entre 8 y 15°C), lo que significa que las especie vegetales tiene en las diferentes etapas de su desarrollo exigencias propias de la temperatura edáfica.; las plantas tropicales generalmente se desarrollan mejor entre 20 y 25°C. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se calculó la temperatura edáfica en cada una de las calicatas encontrando valores promedio entre 19.2 a 22°C, en la figura 19 se muestra como se realizó la medición de la temperatura edáfica.



Figura 19. Medición de la temperatura edáfica

**5.1.5.8 Drenaje del suelo:** es el resultado de diversos factores como temperatura, lluvias, pendiente, topografía, profundidad efectiva y textura del suelo. Para el estudio se discriminaron tres tipos de drenaje: externo, interno y natural, el primero consiste en el movimiento del agua sobre la superficie del terreno, el drenaje interno constituye el movimiento del agua a través del suelo (duración y frecuencia) y la apreciación conjunta de los drenajes anteriores da como resultado el drenaje natural del suelo. En la evaluación en campo se identificaron los tres tipos de drenajes calificando el externo como superficial, los drenajes interno y natural fueron considerados como pobremente drenados, debido a la eliminación lenta en el suelo. Para su medición se realizó en campo 3 huecos de tamaños diferentes a los cuales se suministraron cantidades de agua de

acuerdo a cada profundidad como se muestra en la tabla 5, midiendo el tiempo que demora en drenar cada hueco, este proceso se repitió dos veces de forma consecutiva debido a que el estudio se desarrolló en tiempo de invierno (ver figura 20).

Tabla 5.  
*Medidas para el cálculo del drenaje*

Tamaño del hueco (cm)	Agua (litros)	Tiempo de drenaje (min)	Promedio (min)
20x20x5	2	115	130,5
20x20x20	2	146	640
	10	557	
40x40x40	10	723	1340
	20	1232	
	20	1448	



Figura 20. Determinación del drenaje

Una vez definida las características físicas más relevantes en el suelo apoyadas en los términos y definiciones del SSDS (1993) que se encuentran en el apéndice A, se copilo la información en las tablas 6 y 7 propuestas por Jaramillo 2002 y adaptadas para el estudio, las cuales cuantifican y/o califican los factores de formación y las propiedades físico- químicas presentes en cada una de las calicatas evaluadas en campo.

Tabla 6.

Caracterización de los factores de formación que actúan en el perfil del suelo del área de estudio

<b>Unidad Cartográfica:</b> Consociación		<b>Unidad Fisiográfica:</b> Andic Humitropepts		<b>Símbolo:</b> MLdD
<b>Departamento:</b> Santander		<b>Municipio:</b> Málaga		<b>Vereda:</b> San Luis
<b>Distribución de lluvias:</b> Deficiencia durante los dos semestres, permite ciertos cultivos.				
<b>Características</b>		<b>Calicata</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Altitud (msnm)</b>		2538	2534	2548
<b>Coordenadas Geográficas</b>		6° 41'21.20" N	6° 41'16.25"N	6° 41'16.74"N
		72° 44'52.28" O	72° 44'55.23" O	72° 44'50.71" O
<b>Precipitación (mm/ año)</b>		1681		
<b>Relieve</b>		Escarpado	Fuertemente inclinada	Moderadamente escarpada
<b>Pendiente (%)</b>		25-50	7 a 12	12 a 25
<b>Temperatura</b>	<b>Edáfica (°C)</b>	22	19.2	19.9
	<b>Ambiental (°C)</b>	18	18	18
	<b>Régimen de T°</b>	Isotérmico		
	<b>Nivel Freático</b>	Profundo (100-150cm)		
<b>Régimen de Humedad</b>		Ustico		
<b>Material Parental</b>		Areniscas, Arcillositas calcáreas y no, calizas, lutitas, cenizas volcánicas alteradas		
<b>Material Geológico</b>		Depósitos cuaternarios: depósitos coluviales, terrazas y aluviales		
<b>Vegetación Natural</b>		Eucalipto, sauce, chusque, uvito, chocho		
<b>Uso Actual (Tierra)</b>		Plantación forestal ( <i>A. acuminata</i> K., <i>A. decurrens</i> W. y <i>A. melanoxyton</i> R. Br)		
<b>Evidencia Erosión</b>		Moderada		
<b>Profundidad Efectiva</b>		Superficial(25-50cm)	Superficial(25-50cm)	Muy superficial (< 25cm)
<b>Limitante de Profundidad</b>		Aparición de rocas y textura		
<b>Inundaciones / Frecuencia</b>		No hay		
<b>Drenaje</b>	<b>Externo</b>	Superficial		
	<b>Interno</b>	Pobre o extremadamente pobre		
	<b>Natural</b>	Pobre o extremadamente pobre		
<b>Horizontes Diagnósticos</b>	<b>Epipedon</b>	Umbrico		
	<b>Endopedon</b>	Cambico y Argílico		
<b>Clasificación Taxonómica</b>		Inceptisol		
<b>Identificar factores y procesos pedogenéticos más importantes</b>		El tipo de suelo que se desarrolla en el área de estudio se encuentra determinado por cinco factores interrelacionados: clima (temperatura y humedad), organismos, material parental, topografía y tiempo. Entre los procesos se encuentra: adiciones, translocaciones, trasferencias y remociones.		
<b>Identificar principales limitantes para varios uso</b>		Pendientes fuertemente inclinadas y quebradas (12-25%) y susceptibilidad a la erosión, suelos ácidos		

Tabla 7.  
Caracterización de las propiedades morfológicas y fisicoquímicas del perfil del suelo

CARACTERÍSTICAS		Calicata 1				Calicata 2				Calicata 3			
		Horizontes				Horizontes				Horizontes			
Nomenclatura		Oe	Ah	ABrw	Br	Oa	Ah	ABrw	Bw	Oe	Ah	ABrw	Bw
Espesor (cm)		4 cm	31 cm	16 cm	49 cm	6 cm	20 cm	23 cm	51 cm	2 cm	13 cm	15 cm	40 cm
Textura		Limoso	limoso	franco arcillo limoso	arcillo limoso	limoso	franco limoso	franco limoso	arcillo limoso	franco limoso	franco limoso	franco arcillo arenoso	arcillo limosa
Color Munsell	Notación	10YR3/3	10YR3/3	10YR5/6	10YR7/8	7,5YR3/2	7,5YR3/2	7,5YR3/2	10YR5/8	10YR4/3	10YR5/6	10YR6/8	7,5YR5/8
	Nombre	Dark Brown	Dark Brown	Yellowish Brown	Yellow	Dark Brown	Dark Brown	Dark Brown	Yellowish Brown	Brown	Yellowish Brown	Brownish Yellow	Strong Brown
Estructura	Tipo	Bloques	Bloques	Laminar	Laminar	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques	Laminar	Bloques-Laminar
	Clase	Fino	Medio	Medio	Grueso	Fino	Medio	Medio	Medio	Muy fino	Fino	Grueso	Medio
	Grado	Moderado	Débil	Fuete	Fuerte	Débil	Débil	Moderado	Moderado	Débil	Moderada	Fuerte	Fuerte
Poros	Tipo	Muy fino	Muy fino	Muy fino	Muy fino	Muy fino	Fino	Fino	Fino	Fino	Muy fino	Muy fino	Muy fino
	Tamaño (mm)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	2 – 0.5	2 – 0.5	2 – 0.5	2 – 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Raíces	Cantidad	80%	30%	10%	5%	80%	60%	25%	5%	60%	40%	10%	5%
Actividad de macroorganismos		lombriz de tierra				lombriz de tierra				lombriz de tierra			
Ph		4,68	5,44	5,77	5,9	6,07	5,86	6,28	5,86	5,98	5,26	6,07	6,07
Conductividad eléctrica (uS/cm)		53,9	42,2	24,4	20,5	105	41,4	26,9	40,7	70,5	48,3	31,3	25

**5.1.6 Propiedades químicas del suelo:** en el estudio de las propiedades químicas del suelo se hace énfasis en la determinación y cuantificación de la composición tanto mineral como orgánica, de ahí la complejidad de la evaluación de las transformaciones a que están sujetas las leyes de la química en todas y cada una de las fases de la formación y desarrollo del perfil del suelo (Malagón y Pulido, 1995), partiendo de esta afirmación se realizó la toma de una muestra representativa de suelo para el análisis de laboratorio aplicando el procedimiento para la toma de muestras y análisis de suelos propuesto por Corpoica (ver figura 21), con la finalidad de conocer los elementos o nutrientes específicos presentes en el suelo y que son los responsables en la relación suelo-agua-planta.



*Figura 21.* Toma de muestra para el análisis de suelo

Las características químicas más importantes del suelo se resume en la tabla 9, donde el suelo presenta una reacción fuerte a extremadamente acida, asociada a una moderada saturación de aluminio intercambiable, mientras que los elementos catiónicos como calcio, magnesio, potasio y sodio que son elementos importantes en el intercambio se encuentran

con valores bajos, por otra parte los aniones de fosforo, nitrógeno y azufre tienen importancia en la relación conjunta de la plantación pero de igual manera sus valores son bajos, por lo cual se deben tener en cuenta el diagnóstico realizado en el laboratorio de suelos de Corpoica (ver apéndice B)

Tabla 8.  
*Resumen análisis de suelo*

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH	5,45	fuerte a extremadamente ácido
Conductividad Eléctrica	0.09 dS/m	No Salino
Materia Orgánica (MO)	3,88 g/100 g	Bajo
Fosforo Disponible (P) Bray II	<3.87 mg/kg	Bajo
Azufre Disponible (S)	1,69 mg/kg	Bajo
Acidez Intercambiable (Al +H)	2,12 cmol (+)/kg	
Aluminio Intercambiable (Al)	1,63 cmol (+)/kg	Normal
Calcio Intercambiable (Ca)	2,08 cmol (+)/kg	Bajo
Magnesio Intercambiable (Mg)	0,30 cmol (+)/kg	Bajo
Potasio Intercambiable(K)	0,19 cmol (+)/kg	Bajo
Sodio Intercambiable (Na)	< 0,14 cmol (+)/kg	Bajo
Capacidad De Intercambio Cationico (Ceice)	4,83 cmol (+)/kg	Bajo
Hierro Disponible (Fe) Olsen	434,16 mg/kg	Alto
Manganeso Disponible (Mn) Olsen	4,81 mg/kg	Bajo
Zinc Disponible (Zn) Olsen	<1,00 mg/kg	Bajo
Cobre Disponible (Cu) Olsen	<1,00 mg/kg	Bajo
Boro Disponible (B)	0,12 mg/kg	Bajo

**5.1.6.1 pH:** es un aspecto de alta importancia en procesos de formación y desarrollo del suelos, en la disponibilidad y absorción de nutrientes, descomposición de materia orgánica, actividad de organismos en el suelo y en el desarrollo de las plantas ya que estas presentan requerimientos de pH y rangos de adaptabilidad específicos, donde la acidez del suelo depende del contenido de hidrogeno, aluminio y en menor proporción de hierro y manganeso, encontrando para el estudio un pH fuertemente ácido de 5,45 en general para el suelo

determinado en el análisis de suelo; adicional se halló para cada uno de los horizontes como se muestra en la figura 22 donde los valores encontrados van de 4,68 hasta 6,28 los cuales se califican como pH ácidos

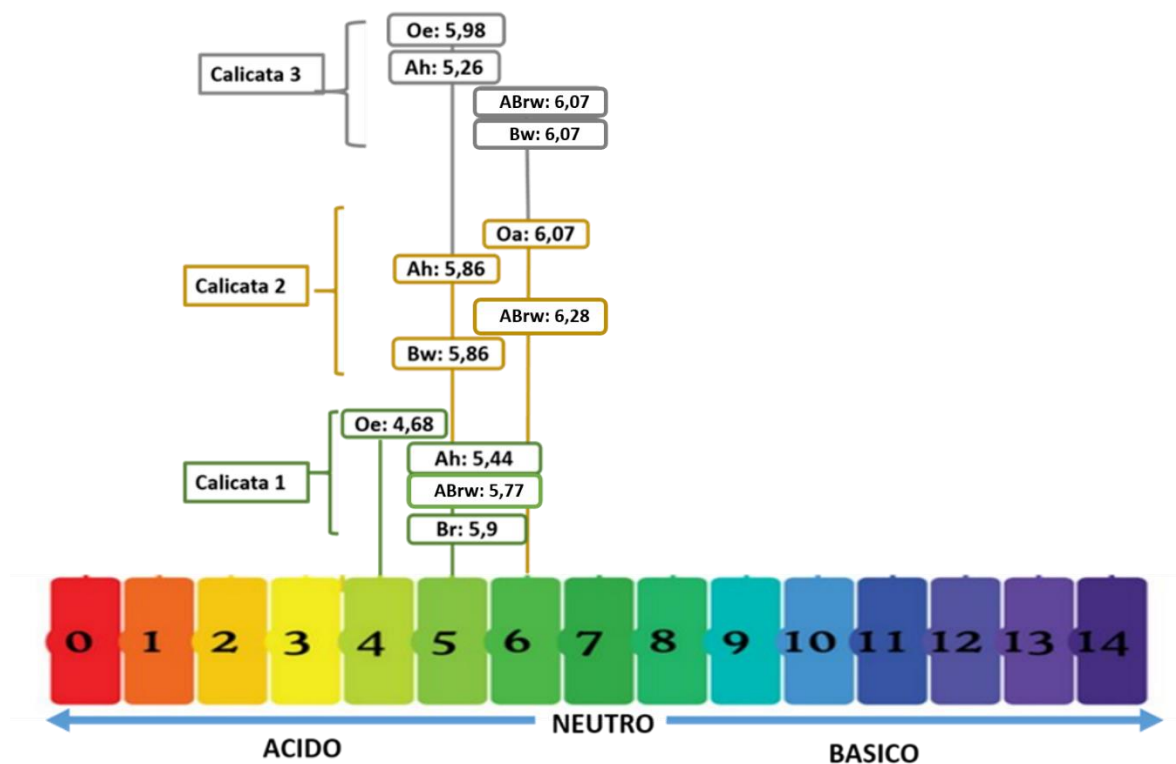


Figura 22. pH de los horizontes presentes en el perfil de suelo.

**5.1.6.2 Conductividad eléctrica:** las plantaciones forestales y demás cultivos están condicionados por diversos factores bióticos y/o abióticos, siendo parte de estos últimos las características fisicoquímicas del suelo las cuales determinan en parte su calidad y fertilidad, donde las sales presentes disminuyen el potencial osmótico y por ende la disponibilidad de agua para las especies vegetales así el suelo presente humedad. La forma más fácil de conocer la salinidad en los suelos es mediante la conductividad eléctrica (CE). Sus valores son altos cuando se facilita el movimiento de la corriente a través del suelo, factor ligado a una gran

concentración de sales. En el estudio se calculó los valores para cada uno de los horizontes, dicha práctica se realizó por medio de un medidor multiparamétrico en el laboratorio cuyos datos se encuentran registrados en la tabla 8, el determinar la CE es un aspecto fundamental para la toma de decisiones de manejo del suelo ya que permite decidir si el suelo es apto para fines agrícolas o no.



*Figura 23.* Determinación del pH y conductividad eléctrica.

En la Tabla 9 se presentan en resumen los horizontes observados en las calicatas con las respectivas características que facilitan su identificación en campo; adicional se argumentan algunos de sus principales limitantes para el uso y manejo del suelo.

Tabla 9.  
*Horizontes pertenecientes al perfil del suelo de la zona de estudio*

Horizontes	Características	Limitante para uso
Oa	Horizonte que contiene material orgánico altamente descompuesto y difícilmente reconocible (capa H-humificada para algunos forestales)	Ph: se encontró en el suelo una reacción de fuerte a extremadamente ácido
Oe	Horizonte orgánico constituido por residuos orgánicos parcialmente descompuestos (capa F –fermentación- para algunos forestales).	
Ah	Horizonte oscuro superficial con materia orgánica humificada, acumulada por efecto iluvial, buen desarrollo estructural	Acidez y baja fertilidad, en climas húmedos. La textura puede ser un aspecto negativo aceptando la presencia de roca en los mismos.
ABrw	Acumulación de materia orgánica y arcillas con presencia de roca meteorizada que restringe la raíz	El cambio de color es un aspecto que refleja disminución de contenido de materia orgánica y aumento del contenido de arcillas, donde la fertilización se ve afectada. La presencia de rocas impide el desarrollo del perfil y a su vez afectando el desarrollo radicular.
Br	Arcillas con presencia de roca meteorizada	El cambio de color es un aspecto que refleja deficiencia de contenido de materia orgánica y alto contenido de arcillas, donde la fertilización se ve afectada. Aumento en la presencia de rocas limitando el desarrollo del perfil y desarrollo radicular.
Bw	Bien desarrollado con cambio de color y estructura por acumulación y formación de arcillas.	

## 5.2 Descripción de las condiciones climáticas de la plantación del predio aledaño al embalse

Son propiedades que influyen el crecimiento de las plantas y la formación de suelos lo que significa que son parte importante de las cualidades del sitio, La información que se presenta en el estudio es derivada de una combinación de registros climáticos, observaciones en campo y evaluación de mapas y documentos del clima para el municipio de Málaga haciendo uso de datos existentes de la estación meteorológica presente en el municipio, siendo esta la

más cercana al sitio objeto de estudio, reportando condiciones como: precipitación, humedad relativa y temperatura, donde datos suministrados por el IDEAM según la estación meteorológica de Málaga, la precipitación promedio anual es de 1681mm distribuida en dos periodos húmedos y dos secos. Los datos analizados comprenden los últimos 20 años a la fecha del presente estudio es decir de año de 1998 al 2017, donde los periodos de lluvias se encuentran en los meses de abril – mayo y octubre- noviembre con 223.3, 202.8 y 229,1 - 208,7 mm respectivamente, estos valores se muestran en la tabla 10 y la figura 24. Y por último es importante resaltar que en las épocas de inicio de lluvia es el momento apropiado para realizar la fertilización del suelo.

Tabla 10.

*Registros de precipitación de los últimos veinte años (1998 al 2017) (IDEAM, 2017)*

<b>AÑO</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Promedios anuales</b>
<b>1998</b>	67,0	91,0	164,0	248,0	231,2	101,3	89,0	102,5	181,0	300,0	151,7	118,5	1845,2	153,8
<b>1999</b>	46,3	168,6	147,8	144,2	111,1	76,3	98,8	174,2	152,0	349,3	157,7	28,1	1654,4	137,9
<b>2000</b>	77,3	157,7	54,9	110,1	117,6	126,7	85,0	39,7	217,0	238,0	94,1	57,7	1375,8	114,7
<b>2001</b>	27,5	34,5	91,3	55,3	134,7	70,8	79,4	39,6	116,3	216,3	147,3	71,2	1084,2	90,4
<b>2002</b>	15,7	7,5	144,2	289,4	142,9	146,6	17,0	52,7	149,9	150,5	29,9	155,9	1302,2	108,5
<b>2003</b>	3,1	94,8	201,0	312,4	74,6	97,1	122,5	103,9	257,5	322,9	216,0	169,5	1975,3	164,6
<b>2004</b>	96,6	33,2	119,0	216,8	205,6	48,6	42,9	49,4	326,4	334,8	144,1	43,0	1660,4	138,4
<b>2005</b>	54,2	37,1	17,7	151,6	181,9	83,0	97,5	88,0	86,4	299,4	204,6	37,6	1339,0	111,6
<b>2006</b>	19,1	32,7	256,4	359,2	334,2	346,7	76,6	109,8	202,2	3,0	150,3	49,9	1940,1	161,7
<b>2007</b>	25,7	179,2	169,5	172,5	171,0	171,8	168,0	3,0	113,3	256,2	80,0	82,3	1592,5	132,7
<b>2008</b>	36,1	125,8	111,0	90,3	273,9	59,5	81,1	226,5	108,6	249,7	281,1	17,6	1661,2	138,4
<b>2009</b>	37,4	48,4	270,4	100,2	260,1	149,5	52,9	209,3	85,1	147,7	290,5	7,0	1658,5	138,2
<b>2010</b>	10,9	15,8	70,4	154,3	256,6	187,4	237,9	164,6	273,9	250,4	340,3	144,8	2107,3	175,6
<b>2011</b>	9,0	214,5	156,0	431,5	227,8	170,0	87,5	207,9	129,7	236,4	746,6	60,8	2677,7	223,1
<b>2012</b>	76,4	19,8	328,4	489,1	136,7	78,3	69,0	117,0	59,3	194,9	107,5	65,5	1741,9	145,2
<b>2013</b>	5,7	127,6	83,3	245,2	148,7	45,0	40,5	234,4	135,9	134,6	166,1	66,4	1433,4	119,5
<b>2014</b>	90,2	195,5	140,1	176,1	229,1	17,8	16,2	112,1	117,3	331,5	169,6	52,1	1647,6	137,3
<b>2015</b>	30,0	79,7	112,4	227,4	52,2	28,4	44,6	71,9	79,7	154,7	201,2	33,1	1115,3	92,9
<b>2016</b>	19,3	68,1	34,5	223,7	169,0	76,1	47,2	57,5	69,2	222,5	288,2	82,9	1358,2	113,2
<b>2017</b>	100,7	60,7	166,2	268,6	596,2	3,0	299,6	151,3	225,5	188,4	206,9	197,6	2464,7	205,4
<b>Total</b>	848,2	1792,2	2838,5	4465,9	4055,1	2083,9	1853,2	2315,3	3086,2	4581,2	4173,7	1541,5		
<b>Promedio Mensual</b>	42,4	89,6	141,9	223,3	202,8	104,2	92,7	115,8	154,3	229,1	208,7	77,1		

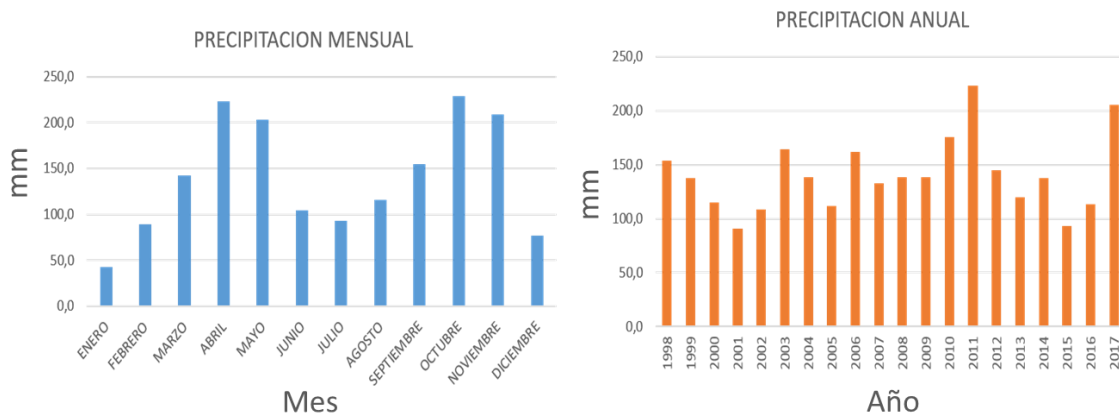


Figura 24. Precipitación mensual y anual para el municipio de Málaga

Con respecto a la variable humedad relativa se tienen datos registrados para el municipio de Málaga de un 75% en promedio según el EOT (2015) (ver figura 25) y de temperatura ambiental un promedio de 14 °C a 19° C, según la metodología de Bochehl.

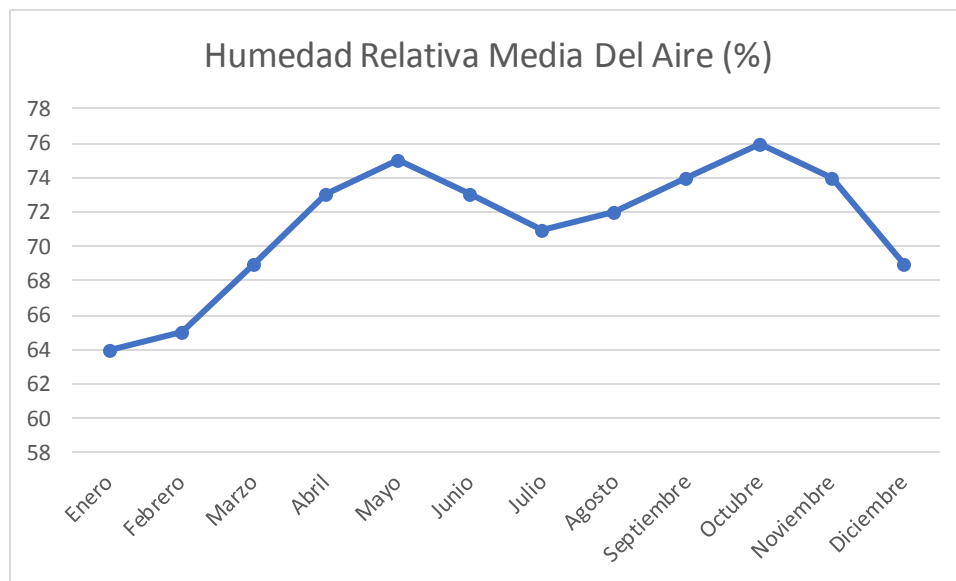


Figura 25. Humedad relativa del municipio de Málaga

De acuerdo a todas las variables anteriormente evaluadas, las siguientes características son las que están generando limitantes para el desarrollo y crecimiento de la plantación, así:

Variables físicas: textura, pendiente, profundidad efectiva, erosión, presencia de fragmentos de roca, drenajes impedidos, permeabilidad y porosidad, donde estas son a groso modo difíciles de modificar, por lo cual antes de establecer cualquier plantación deben ser tratadas

Variables químicas: pH, alta saturación de Al, fertilidad, materia orgánica, fósforo disponible (P), azufre disponible (S), potasio intercambiable (K), sodio intercambiable (Na), calcio intercambiable (Ca), magnesio intercambiable (Mg), capacidad de intercambio catiónico, manganeso disponible (Mn), zinc disponible (Zn), cobre disponible (Cu), boro disponible (B), en este aspecto se evaluaron 16 variables encontrados en el análisis de suelos, donde 13 de ellas presentan contenidos muy bajos, lo que significa que deben mejorar con ayuda de la fertilización.

Variables climáticas: temperatura (frio), humedad (húmedo y muy húmedo), precipitación

### **5.3 Descripción de las variables dasométricas, los síntomas presentes en el follaje y malezas en la plantación de *Alnus acuminata* K, *Acacia decurrens* W. y *Acacia melanoxylon* R. Br.**

Los árboles pertenecientes a la plantación y por tanto objeto de estudio fueron numerados en orden ascendente (figura 26 y tabla 11), abordando el total del área de muestreo, haciendo seguimiento de manera sistemática a los individuos, los cuales se agruparon en parcelas y subparcelas, donde el número total de árboles muestreados, fue de 551 individuos, hallando de *A. acuminata* K., 518 individuos con altura promedio de 6,56 metros y DAP promedio de

7,16 cm; para la especie *A. decurrens* W., 29 individuos con altura promedio de 4,68 metros y DAP promedio de 6,6 cm y para la especie *A. melanoxylon* R. Br., 4 individuos con altura promedio de 3m y DAP promedio de 3,52 cm, valores que reflejan en la plantación la ausencia de manejo silvicultural (podas de formación, mantenimiento, erradicación de plantas enfermas y malezas) y especies muertas (ver figura 27 y tabla 12).



Figura 26. Caracterización de las variables dasométricas de la plantación

Tabla 11  
 Descripción de las especies forestales establecidas en el área de estudio.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Morfología	Tipo Biológico	Características Eco fisiológicas
aliso	<i>Alnus acuminata</i> K.	BETULACEAE	Hoja ancha	perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árbol caducifolio que crece hasta 25 metros de altura</li> <li>• Especie de vida media, fijadora de nitrógeno</li> <li>• Posee un sistema radical superficial y extendido</li> <li>• Tronco derecho, corteza pardo- grisácea</li> <li>• Hojas simples, alternas, pecioladas de forma redondeada, elíptica u obovada con borde sinuoso y finamente dentado</li> <li>• Flores unisexuales, dispuestas en inflorescencias llamadas amentos</li> <li>• Frutos dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos, en forma de conos o piñas, ovoides.</li> <li>• Se utiliza para barreras rompe vientos, como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles y protección de cuencas</li> <li>• Se multiplica por semillas</li> <li>• Susceptible a heladas</li> <li>• Se adapta bien a suelos ácidos con excelente drenaje, suelos limosos, o limo – arenosos, francos o franco- arenosos y ricos en materia orgánica</li> <li>• Soporta topografías entre planas y ladera fuertemente inclinadas</li> <li>• Las malezas limitan su desarrollo</li> <li>• Es poco exigente en nutrientes</li> <li>• Rango de altitud 1600 a 3000 msnm, temperaturas de 13 a 18°C, precipitación de 1000 a 2800 mm/año, No tolera la sombra</li> <li>• En plantaciones se presentan ataques de defoliadores nocturnos.</li> </ul>
Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i> W.	FABACEAE	Hoja ancha	perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta que alcanza una altura entre 8 y 10 m</li> <li>• Tiene ramas finamente aterciopeladas</li> <li>• Hojas adultas ramificadas compuestas de numerosos folíolos, brillantes, separadas, abiertas y planas</li> <li>• Flores pequeñas con estambres libres de color amarillo vivo, bastante perfumadas y reunidas en cabezuelas.</li> <li>• Especie fijadora de nitrógeno, apta para la recuperación de suelos y control de erosión</li> <li>• Tolerante a sequías</li> </ul>

Tabla 11 (Continuación)

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especie fijadora de nitrógeno, apta para la recuperación de suelos y control de erosión</li> <li>• Tolerante a sequias</li> <li>• Su madera se utiliza como leña</li> <li>• Alternativa para sistemas silvopastoriles en clima frio</li> <li>• Es una especie invasora</li> <li>• Los altos contenidos de taninos le ocasiona muerte súbita</li> <li>• Necesita de suelos de buen drenaje, no muy fértiles, preferiblemente ácidos</li> <li>• Se desarrolla en suelos arenosos o franco arenosos</li> <li>• Rango de altitud 1600 a 3000 msnm, temperaturas de 12 a 18°C, precipitación de 600 a 2800 mm/año</li> <li>• Se reproduce por semillas</li> <li>• Es resistente a heladas y tolera la sombra</li> </ul>
Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxyton R. Br.</i>	FABACEAE	Hoja ancha	perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una especie latifoliada que alcanza alturas de 30 a 35 m; en plantaciones su promedio es de 10 a 30 m de altura</li> <li>• Presenta copa piramidal alta con follaje tupido, coriáceo y persistente</li> <li>• Como característica tiene fuste recto, tiene sistema radicular extenso, denso, con raíces superficiales</li> <li>• Sus flores se disponen en cabezuelas globulares y son de color amarillo pálido</li> <li>• Tiene los frutos en vainas de color pardo-rojizo, retorcidas.</li> <li>• Es una especie heterofilia es decir que cambia la forma de la hoja siendo bipinnadas en ramas jóvenes y en las adultas las reemplazan por filodios.</li> <li>• Especie multipropósito para fines ornamentales, de sombras, cortinas rompe vientos y fijadora de nitrógeno</li> <li>• Tolera la sombra y condiciones desfavorables del suelo</li> <li>• Presenta amplio rango de hábitats, tolera sequias hasta heladas</li> <li>• Presenta buen desarrollo en suelos de fertilidad media a alta, profundos, con buen drenaje y pH de neutro a ácido</li> <li>• Requiere de suelos franco arcillosos, franco arenosos o arenosos</li> <li>• Prospera en sitios húmedos</li> <li>• Rango de altitud 1800 a 3000 msnm, temperaturas de 12 a 18°C, precipitación de 750 a 2700 mm/año</li> <li>• Son afectados por los vientos fuertes que causan su caída</li> <li>• Especie muy rustica que no requiere de fertilización inicial</li> </ul>

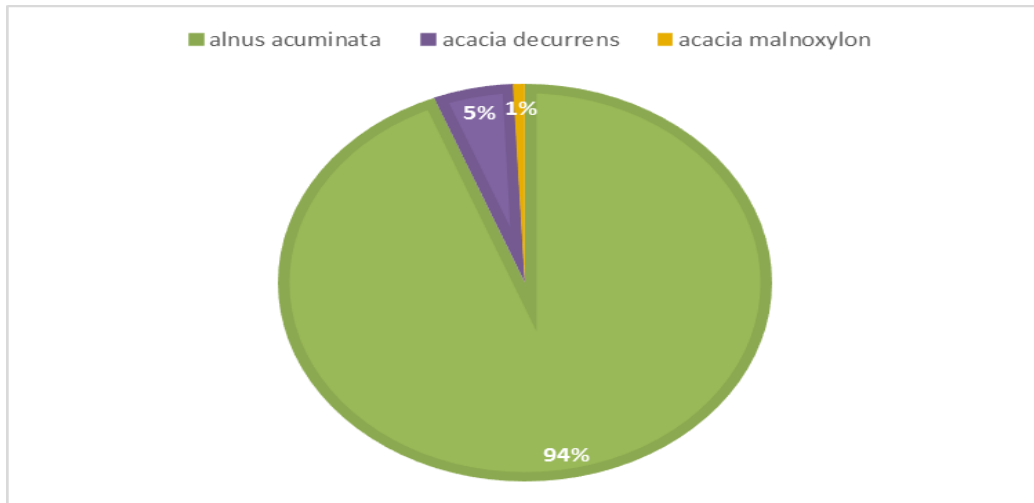


Figura 27. Representación porcentual de las especies forestales en la muestra

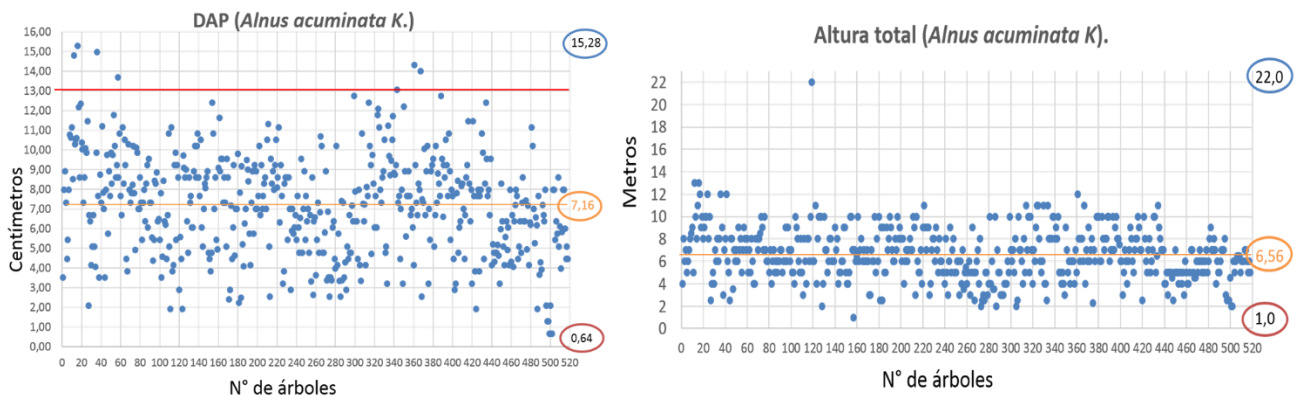


Figura 28. Variables dasométricas del *Alnus acuminata K.*

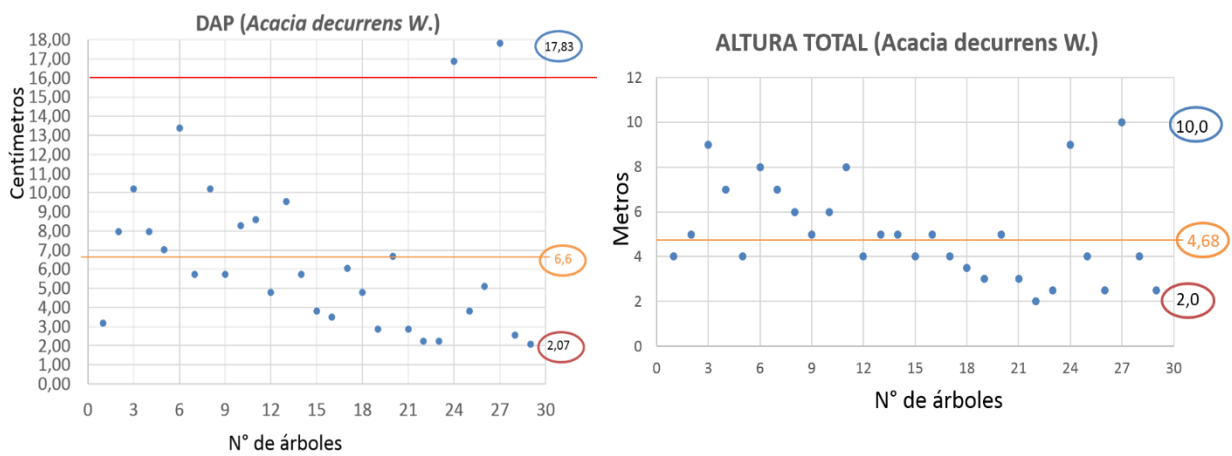


Figura 29. Variables dasométricas de la *Acacia decurrens W.*

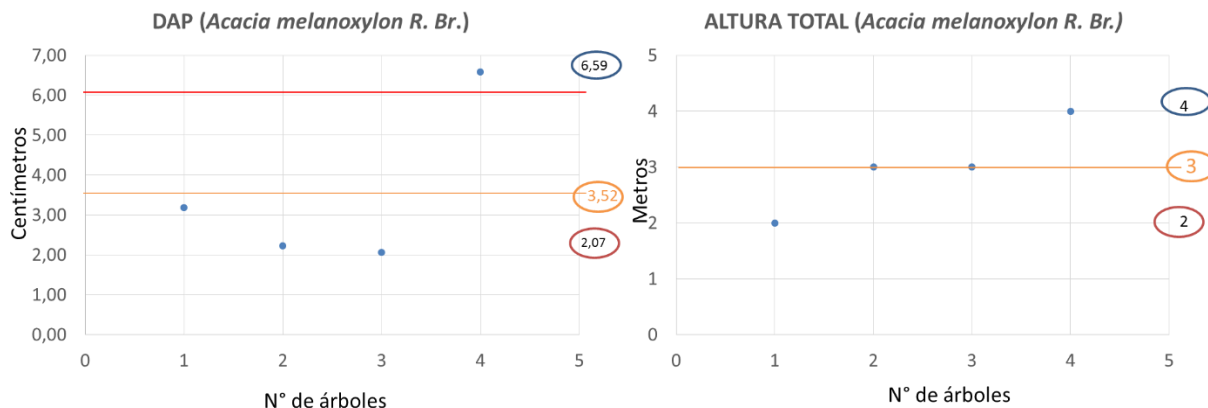


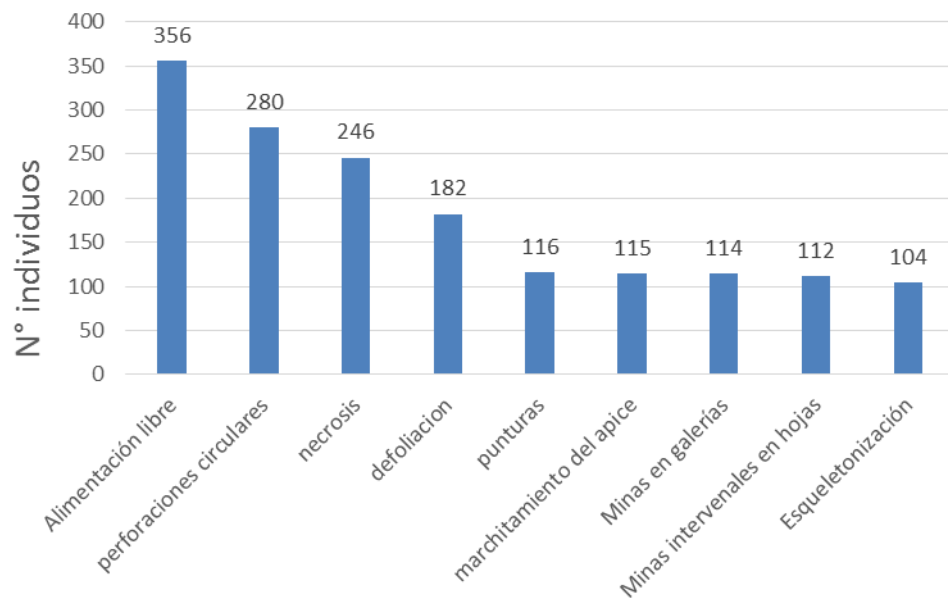
Figura 30. Variables dasométricas de la *Acacia melanoxylon* R. Br..

En la evaluación silvicultural realizada a los árboles se encontró que la mayoría presentan diversos síntomas los cuales pueden ser causados por factores bióticos o abióticos, que restringen en parte el uso efectivo de los recursos disponibles. Los síntomas comprenden el conjunto de cambios observables que se manifiestan en la apariencia de las plantas, estos pueden cambiar constantemente desde el momento de su aparición hasta la muerte de la planta, o llegar hasta un punto y permanecer sin algún otro cambio durante su crecimiento. Partiendo de lo anterior y de los datos obtenidos en campo para la especie *A. acuminata* K. se observaron ocho síntomas diferentes, es importante aclarar que estos síntomas solo se observaron en el follaje de las especies, dichos daños son: alimentación libre, minas (intervenales y en galería), defoliación, esqueletonización punturas, perforaciones circulares en las hojas, marchitamiento del ápice y necrosis, estos síntomas se atribuyen a la presencia de insectos de los órdenes coleópteros, hemípteros y ortópteros, falta de nutrientes y existencia de hongos, para la *A. decurrens* W. se observaron dos síntomas de igual manera presentes en el follaje y ramas, evidenciando clorosis (amarillamiento y enrojecimiento de las hojas) atribuidos al déficit en nitrógeno y fósforo respectivamente y para *A. melanoxylon* R.Br., se presentaron tres síntomas: alimentación libre en hojas, clorosis y marchitamiento

en el ápice, estos síntomas son el resultado de adversos efectos químicos (acidificación), biológicos (provisión de hospederos alternativos de plagas y patógenos) y condiciones desfavorables del clima que afectan dichas especies arbóreas. En las figuras 31 a la 36, para cada especie forestal se observan los síntomas anteriormente mencionados los cuales se identifican por presentar un marco de color naranja versus la planta en buen estado que se encuentra delimitada en color verde.



Figura 31. Síntomas presentes en el follaje del *Alnus acuminata* K : a) Alimentación libre b) Minas (intervenales y en galería) c) Defoliación d) Esqueletonización e) Punturas f) Perforaciones circulares en las hojas g) Marchitamiento del ápice h) Necrosis



Síntomas presentes en *A. acuminata k.*

Figura 32. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie *Alnus acuminata K.*



Figura 33. Síntomas presentes en el follaje de la *Acacia decurrens W.*: a) Amarillamiento o clorosis b) Enrojecimiento de las hojas

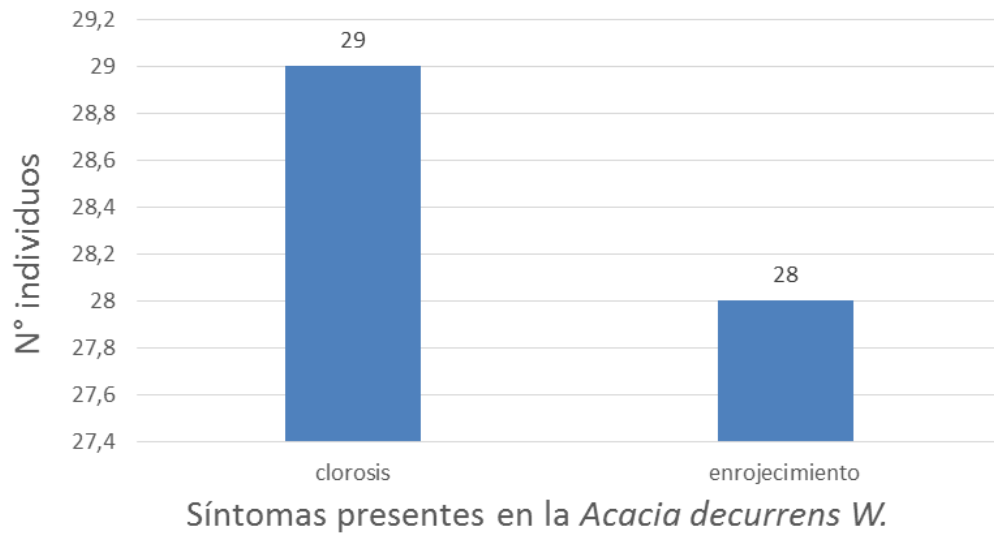


Figura 34. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie *Acacia decurrens* W.



Figura 35. Síntomas presentes en el follaje de la *Acacia melanoxylon* R. Br: a) Alimentación libre en hojas b) Clorosis c) Marchitamiento en el ápice

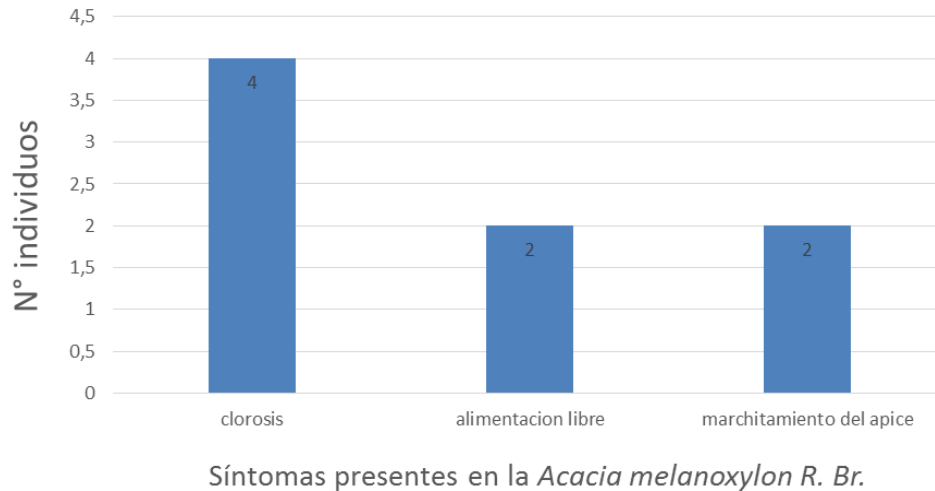


Figura 36. Representación gráfica de los síntomas presentes en la especie *Acacia melanoxylon R. Br*

**5.3.1 Malezas presentes en la plantación:** en la unidad de estudio se observaron diversas especies vegetales ajenas a las de interés productivo para la plantación, autores como Aguilar y Nieuwenhuyse (2009), afirman que la naturaleza no produce malezas, sino que es un concepto económico, pues se trata de especies no deseadas cuya presencia reduce los beneficios económicos, es decir que se desarrollan sin haberlas establecido, generando competencia por espacio, agua, luz y nutrientes, interfiriendo en el desarrollo normal de un cultivo.

Algunas veces el aumento de las malezas es el factor más importante en el abandono de la parcela y en ese caso la disponibilidad de nutrimentos en el suelo desempeña un papel secundario. Dentro de las parcelas de estudio se encontraron 17 especies vegetales (ver tabla 12 y figura 37), donde las especies *Cenchrus clandestinus*, *Rubus ulmifolius F*, *Uncaria sp* y *Bacharis latifolia (R&P)* son las de mayor abundancia.

Tabla 12.  
 Descripción de las malezas presentes en la plantación

	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Morfología	Tipo Biológico	Características Ecofisiológicas
a	Pega pega	<i>Desmodium adscendens (Sw.)</i>	FABACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplia distribución geográfica, en Colombia se encuentra hasta los 2000 msnm, común en potreros, orillas de caminos, claros de bosque.</li> <li>• No es muy exigente al tipo de hábitat, crece en suelos arenoso arcillosos, y ph 4.8 – 5.5.</li> <li>• Planta que florece y fructifica durante todo el año</li> <li>• Hierba de tallos simple o ramificado</li> <li>• Presenta hojas alternas y trifoliadas</li> <li>• Inflorescencia en racimos axilares o terminales, pedúnculo corto, los pétalos son de color lila</li> <li>• Fruto en lomento, de color verde cuando esta inmaduro</li> <li>• Posee propiedades medicinales</li> <li>• Agresividad alta</li> </ul> (Corpoica, 2017)
b	Kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	POACEAE	Hoja fina	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especie estolonifera y rizomatosa</li> <li>• Hábitat Común en potreros, orillas de caminos y los alrededores de poblaciones</li> <li>• Usos Esta especie se emplea como forraje en el trópico</li> <li>• posee matas de hojas laminares, bien angostas y de 11 a 15 <u>cm</u> de longitud;</li> <li>• Los estolones son ramificados y aplanados</li> <li>• Tallo: de corto crecimiento, marcadamente rastrero</li> <li>• Inflorescencia reducida a un grupo de 2 a 4 espiguillas, comprende dos flores</li> <li>• Posee un sistema radicular profundo</li> <li>• Tolera ph de 4.5 a 7, con altos contenidos de aluminio y manganeso</li> <li>• Prefiere suelos bien drenados aunque tolera encharcamientos</li> <li>• Se encuentra entre los 1600 y 3000 msnm</li> <li>• Hospedero del chinche de los pastos</li> <li>• No tiene demasiados problemas con plagas y enfermedades</li> </ul>

Tabla 12 (Continuación)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establece por semilla, estolones o rizomas</li> <li>• Produce toxinas herbicidas que matan otras plantas competitivas.</li> <li>• Tiene una excelente resistencia al tránsito intenso.</li> <li>• Posee rápido crecimiento y agresividad. (Corpoica, 2017)</li> </ul>
c	Moro	<i>Rubus ulmifolius F.</i>	ROSACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especie de porte arbustivo.</li> <li>• Crece en los montes, bordes de los caminos, riveras de los ríos y en cualquier sitio con climatología favorable</li> <li>• Tallos rojizos, rastreros, robustos, cubierto de grandes aguijones</li> <li>• Hojas: Lisas, alternas, ovadas y de margen serrado. cubiertas por vellosidades cenicienta el envés.</li> <li>• Inflorescencia: Flores blancas o sonrosadas formando ramilletes o panículas terminales.</li> <li>• Fruto: Zarzamora de color negro formada por numerosas drupitas agrupadas en una cabezuela globosa.</li> <li>• Se propaga sexual o asexualmente</li> <li>• No presenta exigencia de suelo, se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos</li> <li>• Es una planta muy invasiva y de crecimiento rápido</li> <li>• Agresividad alta (Fajardo, <i>et, al.</i> 2015)</li> </ul>
d	Diente de león	<i>Taraxacum officinale L.</i>	ASTERACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta flores hermafroditas, con corola en forma de lengüeta terminada en cinco pequeños dientes, amarilla que se agrupan en capítulos.</li> <li>• Posee tallo liso de 20 cm</li> <li>• Hojas alternas alargadas y sin peciolo diferenciado</li> <li>• Los Frutos son pequeños aquenios de color pardo y con un vilano para su dispersión por el viento.</li> <li>• Amplia tolerancia ambiental: prados, herbazales, bordes de cultivos, claros forestales.</li> <li>• Posee propiedades medicinales.</li> <li>• Reproducción por semilla</li> <li>• Agresividad alta (Bartholomaeus, Agnes, <i>et, al.</i> 1998)</li> </ul>
e	Sopachiro o zarza	<i>Mimosa pigra L.</i>	FABACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un arbusto leguminosa, que puede alcanzar más de 6 m de altura</li> <li>• El tallo es verdoso en las plantas jóvenes y se hace leñoso en las adulta</li> <li>• Está armada con espinas de más de 7 mm de largo</li> </ul>

Tabla 12 (continuación)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las hojas, de color verde brillante, son bipinnadas; consisten en un raquis central espinoso, Estas hojas son sensibles, plegándose al tacto y al caer la noche</li> <li>• La inflorescencia es de color malva a rosa. nace en cabezas apretadas. pedunculadas, subglobosas de 1 cm de diámetro, cada una con alrededor de cien flores</li> <li>• La planta puede germinar durante todo el año si el suelo está húmedo, aunque no inundado</li> <li>• El crecimiento de las plántulas es rápido, y la floración se produce entre 4 y 12 meses después de germinada</li> <li>• Esta especie prospera bien en un clima de húmedo tropical a seco.</li> <li>• Puede volverse una especie invasora, y se encuentra incluida en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo</li> <li>• (Bartholomaus, Agnes, <i>et. al.</i> 1998)</li> </ul>
f	Helecho	<i>Pteridium aquilinum (L.)</i>	DENNST AEDT IACEAE	Helecho	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especie ampliamente distribuida , ya que posee facilidad en dispersar las esporas</li> <li>• Prospera en sitios perturbados y en diversos climas y tipos de suelo</li> <li>• Planta terrestre, generalmente crece en colonias.</li> <li>• Tallo: Subterráneos, delgados, rastreros, largos, cubiertos de pelos pero sin escamas</li> <li>• Hojas: Largamente separadas unas de otras, de hasta 4.5 m de largo; los pecíolos, ligera a profundamente acanalados en la cara superior, su base no muy distinta del tallo, a veces con pelillos, sin espinas</li> <li>• Inflorescencia: No tiene flores. Los soros se encuentran a lo largo del margen de las hojas</li> <li>• Hábitat: Pastizales, campos de cultivo y orillas de camino</li> <li>• Toleran una amplia gama de climas, menos los más fríos y secos, es tolerante a una amplia gama de suelos.</li> <li>• Se extiende rápidamente a través de su sistema de rizomas y puede formar poblaciones dominantes. Es alelopática.</li> <li>• Es una planta muy agresiva (Bartholomaus, Agnes, <i>et. al.</i> 1998)</li> </ul>
g	Pincilito	<i>Emilia sonchifolia (L.)</i>	ASTERACEAE	Hoja ancha	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra en rastrojos, potreros, praderas y a orillas de caminos.</li> <li>• arvense</li> <li>• Planta hospedera de bacterias y nematodos</li> <li>• Presenta hojas alternas</li> <li>• Agresividad moderada</li> </ul>

Tabla 12 (Continuación)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproducción únicamente por semillas</li> <li>• Posee efectos medicinales</li> <li>• Inflorescencia: pocas cabezuelas pediceladas, agrupadas sobre pedúnculos</li> <li>• Posee frutos indehiscentes, el cual es seco y no se abre</li> <li>• Agresividad moderada (Aguilar y Nieuwenhuysse, 2009)</li> <li>•</li> </ul>
h	Uña de gato	<i>Uncaria sp</i>	RUBIACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liana de tronco leñoso y delgado con alturas aproximadas de 20 metros que poseen filosas espinas puntiagudas.</li> <li>• Planta con hábito trepador de hojas simples, oblongo aovado pecioladas.</li> <li>• Inflorescencias compuestas en racimo o cimas de cabezuelas globosas o de cimas de umbelas esféricas axilares y/o terminales.</li> <li>• Lianas con flores hermafroditas y actinomorfas y frutos dehiscentes de cápsulas con alas membranosas.</li> <li>• Se desarrolla en temperaturas entre 17 y 25 °C; precipitación promedio anual mínimo de 2000 mm y máximo de 6000 mm; se le encuentra desde los 200 a 800 m.s.n.m.</li> <li>• Prefiere suelos acrisoles órnicos, cambrisoles, districos y fluvisoles. con textura arena franca, franca a franco arcillosa. Ph 4.4 a 6.2.</li> <li>• Se reproduce por semilla y posee usos medicinales.</li> <li>• Crece por lo general en bosques primarios, también en tierras vírgenes de las selvas y tierras bien reposadas por un tiempo prolongado. (Fajardo, <i>et. al.</i> 2015)</li> </ul>
i	Aceitilla	<i>Bidens pilosa L.</i>	ASTERACEAE	Hoja ancha	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una planta que se adapta a diversas condiciones ambientales, hasta los 2500 msnm</li> <li>• Se presenta en suelos arcillosos</li> <li>• Presenta hojas opuestas a veces alternas, en la parte superior pecioladas</li> <li>• Sus frutos son aquenios fusiformes de sección triangular</li> <li>• La raíz está constituida por un profundo pivote</li> <li>• Es una planta considerada como mala hierba en algunos hábitats tropicales</li> <li>• Hospedera de nematodos y patógenos</li> <li>• Cabezuelas florales terminales, compuesta por flores tubulares</li> <li>• Planta de tallo erguido</li> <li>• Germinación por semillas</li> <li>• Posee efectos medicinales</li> <li>• Agresividad alta (Aguilar y Nieuwenhuysse, 2009)</li> </ul>

Tabla 12 (Continuación)

j	Cinco negritos	<i>Lantana cámara L.</i>	VERBENACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una especie que prefiere condiciones de pleno sol para su desarrollo.</li> <li>• se encuentra en terrenos pocos usados como orillas de caminos.</li> <li>• Tiene tallos y ramas cuadrados y puede alcanzar hasta 1.5 m de altura.</li> <li>• Prefiere los suelos bien drenados para su desarrollo y tolera suelos pobres y condiciones de sequía.</li> <li>• Florece casi durante todo el año y se propaga de manera natural por semilla, aunque también puede multiplicarse por pedazos de tallos cortados durante la chapia.</li> <li>• Sus frutos caen al suelo o son consumidos por aves.</li> <li>• Agresividad moderada (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>
k	NN	<i>Cestrum sp</i>	SOLANACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son arbustos o raramente árboles pequeños o escandentes</li> <li>• Hojas frecuentemente fétidas, mayormente solitarias con las hojas menores mayormente ausentes, simples, enteras; pecioladas.</li> <li>• Inflorescencias paniculadas, racemosas o fasciculadas, apareciendo axilares o terminales, con muchas flores, pedúnculos a veces alargados y muy ramificados.</li> <li>• El fruto es frecuentemente ovoide o subglobosa, mayormente jugos</li> <li>• Produce pocas semillas las cuales tienen forma angular</li> <li>• Algunas son especie invasora, con extrema toxicidad</li> </ul>
l	NN	<i>Solanum sp</i>	SOLANACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbusto cubierto de pelos estrellados y que tiene ramas libres armado de espinas dispersas rectas, o algunas recurvadas.</li> <li>• Este arbusto tropical tiene varios usos, pero puede ser una maleza desagradable sobre todo en potreros y plantaciones</li> <li>• Especie de hasta 2.5 m de alto, el cual sus ramas jóvenes cubiertas de pelos ramificados, horizontales, sésiles o estipitados</li> <li>• Sus flores están reunidas en grupos de pocas flores sobre pedúnculos que a veces son ausentes, cubiertos de pelillos</li> <li>• El cáliz de sus flores, es un tubo acampanado que hacia el ápice se divide en lóbulos triangulares que con el tiempo se desgarran entre ellos irregularmente.</li> <li>• Especie con fruto globoso, que primero es verde, y después al madurar cambia a amarillo</li> <li>• Se reproduce en numerosas semillas (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>
m	Escobo	<i>Sida acuta B.</i>	MALVACEAE	Hoja ancha	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de crecimiento erecto</li> <li>• Presente en áreas de cultivo abandonadas</li> <li>• Hojas alternas y ovaladas</li> </ul>

Tabla 12 (Continuación)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflorescencia solitaria, pedunculada, los sépalos están unidos con punta acuminada</li> <li>• Propagación por semilla</li> <li>• Hospedero de nematodos y algunos virus</li> <li>• Grado de agresividad alta (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>
n	Verbena	<i>Verbena officinalis L.</i>	VERBENACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta silvestre, crece espontáneamente en terrenos de barbecho y bodes de caminos</li> <li>• Presenta una raíz herbácea, con un tallo cuadrangular verde alcanzando hasta 80 cm de altura</li> <li>• Hojas opuestas y lanceoladas oblongas</li> <li>• Sus flores son de color purpura con espiga cilíndricas donde se presenta la inflorescencia</li> <li>• El fruto es de 2 mm de largo y semilla cuadrangular</li> <li>• Posee propiedades medicinales</li> <li>• Grado de agresividad alta (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>
o	NN	<i>Solanum sp</i>	SOLANACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un arbusto tropical con varios usos, pero se sabe que puede ser una maleza desagradable mayoritariamente en potreros y plantaciones. Es tóxica</li> <li>• Arbusto cubierto de pelos estrellados y que tiene ramas libres armado de espinas dispersas rectas, o algunas recurvadas.</li> <li>• Especie de hasta 2.5 m de alto, el cual sus ramas jóvenes cubiertas de pelos ramificados, horizontales, sésiles o estipitados</li> <li>• Cuenta con raíces primarias débiles y raíces laterales bien desarrolladas.</li> <li>• Hojas alternas, generalmente en pares desiguales, ampliamente ovadas, más o menos puntiagudas, de márgenes raramente enteros</li> <li>• Sus flores están reunidas en grupos de pocas flores sobre pedúnculos que a veces son ausentes, cubiertos de pelillos</li> <li>• Se reproduce en numerosas semillas</li> <li>• Es una planta significativa en sitios perturbados, potreros, plantaciones, orillas de camino, crece mejor a sol abierto pero tolera sombra parcial</li> <li>• Se desarrolla en suelos húmedos y fértiles pero es resistente a sequías (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>
P	Altamisa	<i>Ambrosia peruviana W.</i>	ASTERACEAE	Hoja ancha	Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de crecimiento erecto</li> <li>• Presenta vellosidades</li> <li>• Crece en suelos pobres y secos</li> <li>• Reproducción por semilla y esquejes</li> <li>• Presente en potreros, zonas alteradas y orillas de caminos</li> </ul>

Tabla 12 (Continuación)

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crece hasta los 2500 msnm</li> <li>• Presenta propiedades medicinales</li> <li>• Hojas pecioladas opuestas en la parte inferior, alterna en la parte superior</li> <li>• Inflorescencias dispuestas en racimos terminales largos, pedunculadas</li> <li>• Presentan fruto formado por una estructura nuclear obovoide</li> <li>• Agresividad alta</li> </ul>
Q	Chilca	<i>Baccharis latifolia (R&amp;P)</i>	ASTERACEAE	Hoja ancha	Perenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especie de amplio rango de variación morfológica</li> <li>• Arbusto de 1-2 m. de altura, ramoso, densamente cubierto con puntos glandulosos, con hojas hasta el ápice.</li> <li>• Inflorescencia axilar. Flores pentámeras diminutas, numerosas en las axilas, cáliz colorido con dientes desiguales y pétalos abovados de color blanquecino, el fruto es una cápsula obo-ovoide.</li> <li>• Semillas oblongas con arilo blanco, de fácil propagación</li> <li>• Hojas oblongo lanceoladas o elípticas, enteras, acuminadas, coriáceas y lustrosas en el haz</li> <li>• Tiene propiedades medicinales</li> <li>• Se encuentra distribuido desde los 1,000 y 4,000 msnm.</li> <li>• Es utilizada en agroforestería para la protección y conservación del suelo</li> <li>• Arbusto de raíz fibrosa con tallo flexible y cilíndrico.</li> <li>• Agresividad moderada (Aguilar y Nieuwenhuyse, 2009)</li> </ul>



Figura 37. Malezas presentes en la plantación: a) *Desmodium adscendens* (Sw.) b) *Cenchrus clandestinus*. c) *Rubus ulmifolius* F. d) *Taraxacum officinale* L. e) *Momosa pigra* L. f) *Pteridium aquilinum* (L.) g) *Emilia sonchifolia* (L.) h) *Uncaria* sp. i) *Bidens pilosa* L. j) *Lantana cámara* L. k) *Cestrum* sp. l) *Solanum* sp. m) *Sida acuta* B. n) *Verbena officinalis* L. o) *Solanum* sp. p) *Ambrosia peruviana* W. q) *Baccharis latifolia* (R&P)

#### 5.4 Establecimiento de los planes de manejo de las labores silviculturales (control de malezas y fertilización) para la plantación de *Alnus acuminata* K., *Acacia decurrens* W. y *Acacia melanoxylon* R. Br.

5.4.1 Plan de manejo para la labor silvicultural de control de malezas en el predio aledaño al embalse: las plantaciones forestales o cultivos logran un buen desarrollo si se

implementan oportunas medidas de control con la vegetación competidora, ya que los insectos, las enfermedades y las malezas son las causantes del daño al sistema, donde estas últimas son las responsables del 50% de las pérdidas económicas, el restante es la suma de los otros dos factores.

Las malezas son un factor determinante en el cuidado y producción de cultivos, debido a que sus efectos solo se logran calcular después de que estas se encuentren establecidas, es decir, en épocas tardías, factor que hace importante conocer su origen, clasificación y características con el objetivo de determinar el método apropiado para su control. (Montealegre, 2017)

### **Propósitos**

- ✓ Fortalecer los conocimientos del personal a cargo del mantenimiento de la plantación sobre el crecimiento y desarrollo de malezas
- ✓ Entender por qué algunas plantas pueden convertirse en una maleza en la plantación.
- ✓ Desarrollar criterios para mejorar la efectividad de diferentes prácticas utilizadas para el control de malezas en la plantación.

Entre las prácticas de control mecánico se encuentran las siguientes:

1. Desyerba manual: es el método más antiguo, efectivo y se realiza en áreas donde es difícil remover la maleza con herramientas.
2. Desyerba con implementos manuales: el arranque o corte de malezas con implementos manuales como azadón, machete, guadaña y rastrillo es muy usado en terrenos de laderas. Al usar estas herramientas se debe tratar de eliminar las malezas antes de que produzcan semillas.

3. Destrucción de malezas por medio de laboreo: este método es más efectivo en suelos secos, en épocas cálidas y con plantas jóvenes. Esta práctica es inefectiva para controlar las malezas de los surcos.

4. Guadaña o corte: se busca evitar la producción de semillas y evitar el transporte de nutrientes en la planta, la frecuencia de corte depende del tipo de maleza y el estado fisiológico

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se puede afirmar que un manejo efectivo de las malezas empieza con un buen manejo para la plantación. Esto evita el establecimiento y crecimiento de malezas. Para evitar que estas plantas se establezcan en la plantación se disponen de varias opciones de manejo para reducir su cantidad, cada método presenta una utilidad diferente para el manejo de los principales grupos de malezas, como se indica en la tabla. Sin embargo, es importante entender que no existen “fórmulas” para un manejo integral de malezas. El reto consiste en definir, aquellas combinaciones de acciones de manejo que reducen o mantienen en un nivel aceptable la población de malezas. Cabe mencionar que la frecuencia de manejo para el control químico y mecánico se debe realizar dos veces al año en la plantación.

Tabla 13.  
*Susceptibilidad de los diferentes tipos de malezas a prácticas de control*

Tipo de malezas	Métodos de control				
	Preventivo	Biológico	Cultural	Químico	mecánico
Hojas anchas perennes	++	+	++	+++	+++
Hojas anchas anuales	+++	+	+++	++++	++++
helechos	++	-	++	+++	++
Hojas finas perenne	+	++++	+	+++	++

(++++)=Muy Efectivo, (+++)=Efectivo, (++)= Moderadamente Efectivo (+)=Efectivo, (-)=No Efectivo



Figura 38. Labores de control de maleza en la plantación

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se alcanzó a implementar labores silviculturales de control de malezas usando los métodos manual y mecánico, donde la tabla 14 muestra las actividades, los insumos, materiales y equipo, la mano de obra necesaria para

las actividades, su frecuencia y costo, teniendo en cuenta que esto aplica para 551 árboles encontrados en las parcelas de estudio.

Tabla 14.

*Resumen de costos y actividades para la labor silvicultural de control de malezas en la plantación*

ACTIVIDAD	INSUMOS	MATERIALES O EQUIPOS	MANO DE OBRA (JORNAL)	COSTO	FRECUENCIA
Reconocimiento de las malezas		Cámara digital	2	\$140.000	Solo al inicio del proyecto
Control de maleza(manual)		Machete	9.5	\$285.000	Inicio del periodo de lluvias (abril y octubre)
Control de maleza (mecánico)	Gasolina Aceite	Guadaña	14	\$1.120.000	Inicio del periodo de lluvias(abril y octubre)

**5.4.2 Plan de manejo para la labor silvicultural de fertilización en el predio aledaño al embalse:** las plantaciones forestales por medio de sus raíces absorben cantidades considerables de nutrientes, para lograr desarrollar durante su ciclo de producción altos volúmenes de madera, estos nutrientes en primera medida son suministrados por el suelo y segundo, por la aplicación de fertilizantes, donde su dosificación está directamente proporcionada con la fisiología de la especie, características edafológicas de suelo y de ambiente, los cuales afectan la disponibilidad de los mismos. De acuerdo con lo anterior, este plan de manejo para fertilización busca ser eficiente para la plantación, donde las dosis y tipos de fertilizantes que se sugieren aporten los nutrientes en una forma balanceada, acorde con las necesidades de las tres especies allí presentes, a las características del suelo, y sin

dejar de lado el aspecto económico y técnico de forma que se logre observar los retornos económicos esperados. Desde el punto de vista ambiental, el uso de los fertilizantes en dosis correctas, además de aumentar la productividad forestal, es una medida indispensable para garantizar la sustentabilidad de los sistemas productivos; su uso racional beneficia al medio ambiente.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y sumado al conocimiento del análisis de suelo para la plantación se deduce que el suelo presento un pH ácido con una saturación moderada de aluminio intercambiable, por lo cual es necesario suministrar enmiendas que contengan cal para reducir esa acidez del suelo. Adicional se encontró baja disponibilidad de nitrógeno ya que la cantidad de materia orgánica era mínima, con respecto a los elementos fósforo y azufre también se encuentran en pequeñas proporciones por lo cual se debe fertilizar con materiales que aporten dichos nutrientes. Los cationes de calcio, magnesio y potasio intercambiables también requieren de suministro adicional ya que en el suelo su contenido es bajo. Los micronutrientes que están en bajas proporciones son el zinc y boro, requiriendo al igual que los otros elementos adición en el suelo, caso contrario ocurre con el hierro y manganeso.

Ya realizado el control de malezas que permite regular el crecimiento de esas plantas que competirán por nutrientes, y teniendo en cuenta las variables químicas que son preocupantes por sus niveles bajos, ya que son gran número y ante condiciones de cambio climático sería más vulnerable la plantación, se puede mejorar el estado de la plantación a través de la optimización de ellas y hacer a las especies de interés más tolerantes y resistentes ante esta problemática, por consiguiente se propone lo siguiente:

Las primeras recomendaciones o sugerencias para el plan de manejo de fertilización se hacen teniendo en cuenta el uso recomendado que propone el IGAC (2002) en las clases agrológicas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15.

*Sugerencias para el plan de manejo de fertilización de acuerdo a las clases agrológicas*

CLASE	SUBCLASE	USO RECOMENDADO
IV	p	Sectores con pendientes hasta 12% tienen uso en cultivos con siembras en contorno (papa, fríjol, maíz, haba) o aquellos que ofrezcan cobertura permanente al suelo sin piedra superficial, para pendientes mayores frutales (mora, curuba, lulo), empleando prácticas de conservación tales como: siembras en curvas de nivel, fajas en contorno y efectuando desyerba con machete; para uso en ganadería semiextensiva se hace necesaria la rotación de potreros mejorados (king grass, pasto azul) mezclado con leguminosas y la siembra de pasturas de corte. Algunas áreas tienen vocación forestal en donde debe promoverse el cultivo de especies nativas.

Nota:\* Descripción de la clase agrológica perteneciente al área de estudio. Propuesta por Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2002). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Santander*. Recuperado de <http://www.igac.gov.co>

El siguiente punto a tener en cuenta en este plan de manejo para fertilización es la descripción de los horizontes del perfil del suelo

Tabla 16.  
*Prácticas de manejo necesarias en cada horizonte*

<b>Horizontes</b>	<b>Prácticas generales de manejo</b>
<b>Oa</b>	Conservar la materia orgánica presente en el horizonte y aumentar dicho aspecto con ayuda de métodos de fertilización, reduciendo la acidez por medio del encalamiento adecuado. Estos horizontes constituyen una función muy importante, la cual es servir como reservorios de CO <sub>2</sub>
<b>Oe</b>	Evitar la exposición del suelo a los rayos directos del sol, cuando estos no presentan cobertura vegetal
<b>Ah</b>	Continuar con la conservación de la materia orgánica; fertilizar y encalar racionalmente. Evitar mecanismos de labranza Realizar manejo de coberturas con la finalidad de mantener las propiedades del suelo
<b>ABrw</b>	Evitar inversión ascendente de los horizontes, fertilizar y encalar racionalmente. Realizar manejo de coberturas con la finalidad de mantener las propiedades del suelo
<b>Br</b>	Evitar inversión ascendente de los horizontes, fertilizar y encalar racionalmente.
<b>Bw</b>	Realizar manejo de coberturas con la finalidad de mantener las propiedades del suelo

Y por último, se recomiendan las dosis que el laboratorio del ICA suministra en base a la cantidad de nutrientes que cada elemento aportará en esta labor silvicultural.

Tabla 17.  
*Cantidad de nutrientes aportados en el plan de fertilización para la plantación (cuatro años en adelante)*

Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
Kg/Ha/ Ciclo									
80	58	75	29	16	38	0	2	2.8	0.5

Dosis de enmienda: Para corregir Ph (4.45) se debe aplicar cal dolomita con una dosis de 300 gr/ árbol una vez al año diferente a la fertilización.

Dosis de fertilizante y época de aplicación: aplicar dos veces al año (cada seis meses), empleando la mezcla de los fertilizantes tripe 15 y agrimins en una relación de (10:2) donde la cantidad que se suministra por árbol es de 150 gr, el cual se aplica a una distancia de 30

cm de la base del árbol después de haber hecho el plateado, cabe mencionar que los dos fertilizantes usados vienen en presentación granular. (Figura 36), adicional nos dice que se pueden utilizar los siguientes fertilizantes con la mencionada frecuencia:

Para aplicar dos veces al año (cada seis meses)

Sulfato de zinc: 5 kg/ha; 10 gr/ árbol

DAP: 63 kg/ha; 126 gr/ árbol

Borax: 2,5 kg/ha; 5 gr/ árbol

Para aplicación cuatro veces al año (cada tres meses)

Urea: 31 kg/ha; 62 gr/ árbol

KCl: 31 kg/ha; 62 gr/ árbol

Sulfato de magnesio: 25 kg/ha; 50 gr/ árbol

Yeso agrícola: 25 kg/ha; 50 gr/ árbol

En la tabla 18, se presentan las actividades, los insumos, materiales y/o equipos, mano de obra, frecuencia y costo de la labor silvicultural de fertilización para los 551 árboles encontrados en las parcelas de estudio, durante el tiempo de duración de la práctica empresarial.

Tabla 18.

*Resumen de costos y actividades para la labor silvicultural de fertilización en la plantación*

ACTIVIDAD	INSUMOS	MATERIALES O EQUIPOS	MANO DE OBRA (JORNAL)	COSTO TOTAL	FRECUENCIA
Control de Malezas				\$1.545.000	Antes de la fertilización
Plateo		Machete	5	\$150.000	Inicio del periodo de lluvias(abril y octubre)
Aplicación de correctivos	Cal dolomita 166 Kg (\$60.000)	Equipo de protección	2 (\$60.000)	\$120.000	Inicio del periodo de lluvias (abril y octubre)
Aplicación fertilizante 1	Tripe (15-15-15) 67 kg (\$150000)	Equipo de protección	2 (\$ 60.000)	\$210.000	Inicio del periodo de lluvias (abril y octubre)
Aplicación fertilizante 2	Agrimins 17 kg (\$34.000)	Equipo de protección	2 (\$ 60.000)	\$94.000	Inicio del periodo de lluvias (abril y octubre)



Figura 39. *Labores de fertilización en la plantación*

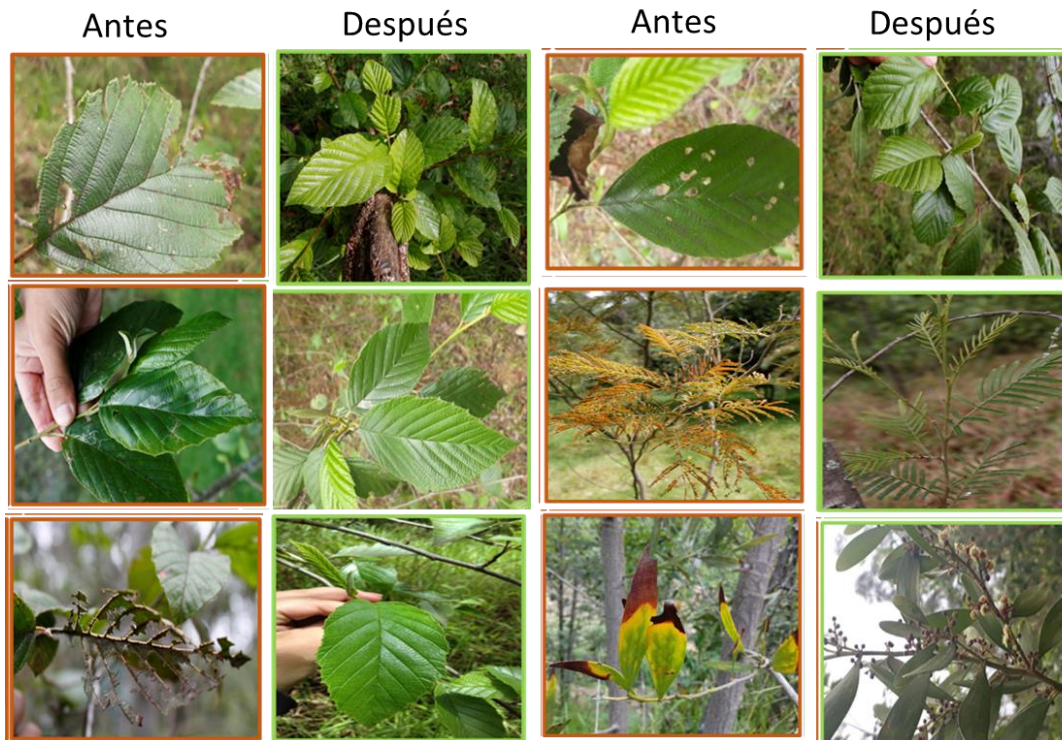


Figura 40. Comparación del estado del follaje en la plantación

## 6. Análisis y discusión

La práctica empresarial se llevó a cabo durante un periodo de lluvia, presentando diversas características en el suelo de la plantación compuesta por *Alnus acuminata* K, *Acacia decurrens* W y *Acacia melanoxylon* R.Br, encontrando un terreno con drenaje pobre lo que significa que el suelo tiene baja permeabilidad siendo lenta o nula la infiltración del agua, profundidad efectiva superficial de 25 a 50 cm, texturas franco-arcillo-limosas, la reacción encontrada va de fuerte a extremadamente acida con bajo contenido en nutrientes para las plantas debido a la falta de movilización del agua en el terreno, donde este recurso es el encargado del transporte e intercambio de los minerales. Bartholomaus, *et, al* (1998) Ospina, *et, al* (2005) Parra y Cubides (2017) afirman que las especie forestales establecidas en el área

de estudio se adaptan mejor a los suelos ácidos, con pH de 4,5 a 6,0, profundos, bien drenados, francos o franco-arenosos y ricos en materia orgánica, sin embargo también se acondiciona en suelos con bajos contenido de materia orgánica, rocosos, arenosos, pedregosos y superficiales o con problemas ligeros de inestabilidad por la erosión, participando activamente en el reciclaje de nutrientes, logrando incrementar la disponibilidad de P, Ca, K y Mg, y fijando nitrógeno., no obstante, bajo estas condiciones las plantas no tiene un buen desarrollo, situación que se evidencia en el estudio, debido no solo a las características del suelo sino también a la falta de manejo silvicultural a la cual ha estado sometida dicha plantación durante 3.5 años, donde la falta de implementación de alternativas sostenibles son necesarias para poder mejorar la calidad del suelo. Galeano y colaboradores (2012) afirman que en muchos sitios disturbados, los árboles fijadores de nitrógeno pueden crecer mejor que los no fijadores e incluso mejor que plantas herbáceas fijadoras de nitrógeno, debido a las asociaciones simbióticas con microorganismos del suelo de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (Quiceno & Medina, 2006 citado por Solorza, 2011). Entre estos árboles que fijan nitrógeno existen especies tolerantes a los distintos tipos de estrés propios de los suelos degradados, como salinidad, acidez, metales pesados, sequía, fuego, malezas invasoras, deficiencias de nutrientes, inundación y compactación, siendo el *Alnus acuminata* K. una especie resistente, aunque en ocasiones es posible ver ejemplares algo achaparrados creciendo en suelos más secos y en lugares erosionados y aunque otras formas de manejo de tierras degradadas pueden ser también importantes, aquellas especies constituyen una buena alternativa para rehabilitación de suelos.

El estudio además de las condiciones edafoclimaticas evaluó el promedio de la altura total y el DAP para la especie *A. acuminata* K encontrando valores de 6,51 m y de 7.16 cm respectivamente, para la especie *A. decurrens* W 4,68 m y 6,60 cm y la especie *A.*

*melanoxylon R. Br* 3m y 3,52cm, aclarando que no se encontraron estudios para estas especies a los 5 años de edad que tiene la plantación, pero si se puede deducir que las especies presentan una alta heterogeneidad en base a que estos resultados anteriores ponen de presente que el desarrollo de la plantación no es la ideal para las especies donde algunos estudios reportan para el *A. acuminata K.*, especie de mayor participación en la plantación con alturas promedio a los 2 años de 6.2 m y DAP de 5.1 cm según Ospina et al, (2005), y de 3.21 m de altura a los 14 meses para la *Acacia decurrens* (Flórez y Umaña, 2006), en cuanto a la *A. melanoxylon R. Br.*, medidas de 1.8 m y 2.4 cm (Nicholas y Brown, 2002), aspecto asociado a las condiciones edáficas y a la falta de manejo silvicultural. Partiendo de lo anterior, algunos autores manifiestan que este tipo de plantaciones deben ser monitoreadas con frecuencia, 4-6 meses, para conocer su estado general, donde el adecuado mantenimiento a la plantación es importante para evitar daños y enfermedades. Estudios aseguran que para la especie *Alnus acuminata K.* los factores principales que afectan su desarrollo son: malezas, hormigas defoliadoras y ataque de hongos en la fase de vivero, aspecto que se observó en la plantación ya que dichos arboles presentaron diversos síntomas ocasionados por factores biofísicos propios de la zona.

Con respecto a la fase final del estudio acerca del control y manejo de la plantación, la comisión nacional forestal (Confor, 2017) sostiene que en el mantenimiento de una plantación es necesario erradicar la competencia con aquellas plantas herbáceas o arbustivas que no son de interés, acción que se debe ejecutar especialmente en los primeros dos o tres años de establecimiento. En plantaciones jóvenes estas limpiezas son ineludibles, aun en aquellas establecidas con fines silvopastoriles. En los primeros doce meses demanda entre dos y tres limpiezas, para el segundo año, dos y en el tercero, podría ser necesario solamente una. Situación que para la plantación hasta el momento del estudio no había sido efectuada,

por lo cual se requirió de personal para realizar la limpieza de las malezas, usando herramientas sencillas como machete y guadaña. Adicional (Confor, 2017) afirma que el número necesario de limpiezas depende de la zona donde se ubique la plantación y de la densidad inicial, los arreglos manuales se hacen bajos, con machete y evitando dañar el tronco del árbol, para lo cual se dejan sin limpiar a los 10 a 15 cm cercanos a la base del árbol. Con las limpiezas, además de controlar la competencia, se reduce el riesgo de plagas, enfermedades e incendios.

Y finalmente Rojas (2015) manifiesta que el desarrollo forestal debe presentar rendimientos y por tanto generar aprovechamiento del mismo y para llegar a esto, requiere de un manejo determinante, adecuado y profundo de todas las etapas del desarrollo de las especies. Por esta razón, se debe hacer énfasis en el manejo de la nutrición vegetal, siendo indispensable el conocimiento adecuado de los procesos que ocurren en el suelo. La fertilización de los suelos similares y/o homogéneos al del estudio, requiere de manejo de nutrientes, debido a que los suelos del trópico son generalmente ácidos, relacionados con pH bajos y de poca disponibilidad de cationes como calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo y en los cuales se puede presentar toxicidad por aluminio y manganeso, lo que demanda acciones necesarias para cumplir con la nutrición a los árboles, en tal sentido, antes de establecer cualquier cultivo se debe definir la especie adecuada, realizar análisis químico del suelo, aplicación de enmiendas y fertilización química, que son actividades indispensables y obligatorias para alcanzar el desarrollo forestal ideal.

## 7. Conclusiones

La descripción de los tipos de suelo de las clases agrológicas del perfil del suelo y del análisis físico químico del suelo permite conocer que variables son favorables o limitantes para el desarrollo de las plantas. En campo las variables físicas (textura, drenaje, profundidad efectiva, pendiente) no son fáciles de modificar durante el desarrollo de una plantación sino se deben hacer antes del establecimiento de la plantación pero las variables químicas si se pueden modificar a lo largo del crecimiento de las plantas ya que al mejorarlas permiten generar mayor tolerancia tanto a estreses bióticos (plagas y enfermedades) como a estreses abióticos (sequías e inviernos prolongados) teniendo en cuenta que en escenarios futuros se pueden agravar por efectos del cambio climático.

Las condiciones climáticas influyen en el desarrollo de las plantas, igualmente tienen un papel influyente en la modificación y formación del suelo. En este caso la precipitación puede contribuir en la variación de las propiedades químicas del suelo; altas precipitaciones aumentan la acidez del suelo y disminuyen las bases cambiables (Ca, Mg, K, Na). La alta heterogeneidad de las variables dasométricas como DAP y altura y las deficiencias nutricionales ponen en evidencia que esta situación se debe a la muy baja fertilidad del suelo (16 variables de tipo físico y químico) que limitan el crecimiento de las plantas.

La alta heterogeneidad de las variables dasométricas como DAP y altura y las deficiencias nutricionales ponen en evidencia que esta situación se debe a la muy baja fertilidad del suelo (16 variables de tipo físico y químico) que limitan el crecimiento de las plantas.

El plan de manejo de la labor silvicultural de control de malezas es fundamental realizarlo antes de hacer la fertilización para evitar la competencia por nutrientes y para regular el crecimiento de aquellas plantas que generan dominancia. En este plan se implementaron

métodos efectivos (mecánico con guadaña y manual con machete) que son de bajo costo, mejorando el crecimiento y desarrollo de las especies forestales.

El plan de manejo para la labor silvicultural de fertilización está orientado a mejorar las limitantes de tipo químico para aumentar el desarrollo de las plantas y aumentar la tolerancia y resistencia a estreses bióticos y abióticos del suelo que se pueden volver más agresivas bajo condiciones de cambio climático.

## **8. Recomendaciones**

Dado que el periodo de estudio fue tan solo de seis meses, es necesario seguir con las prácticas silviculturales acordes con el control de malezas y fertilización del suelo debido a que en un futuro las plantas serían más vulnerables a estreses bióticos y abióticos por efecto del cambio climático lo que pondría en riesgo el ecosistema.

Implementar sistemas agroforestales y de protección debido a la baja fertilidad del suelo, ya que los arboles protegen el recurso hídrico además de mejorar las características edáficas.

### Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Málaga, Santander. Esquema de Ordenamiento Territorial Málaga Santander 2015. Recuperado de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot\\_esquema%20de%20ordenamiento%20territorial\\_malaga\\_santander\\_2003.pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot_esquema%20de%20ordenamiento%20territorial_malaga_santander_2003.pdf)
- Aguilar, A. y Nieuwenhuyse, A. (2009). *Manejo integral de malezas en pasturas*. Managua, Nicaragua: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Barrios, A., et al (2011). Efecto del control de malezas y fertilización sobre el crecimiento Inicial de *Gmelina arborea Roxb.* En el departamento del Tolima, Colombia. *Colombia Forestal*, 14(1), 31-40. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v14n1/v14n1a04.pdf>
- Bartholomaeus, A., et al. (1998). *El manto de la tierra: flora de los Andes: guía de 150 especies de la flora Andina*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suarez.
- Boa, E. (2008). Guía ilustrada sobre el estado de salud de los arboles reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. Traducido por Dinora Alicia Villeda. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y5041s.pdf>
- Camacho, S. De La Cruz, R., Reyes, R. (1981). *Principios de control de maleza en Colombia*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Carranza, L. (2007) Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 106 (2). 145.

- Cock, J., Álvarez, D., Estrada, M. (2010). Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Recuperado en <http://gisweb.ciat.cgiar.org/dapablogs/>
- Colombia. Congreso de La República. Decreto 2811 (18, diciembre, 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1p.1974.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2017). *Alnus acuminata H.B.K.* Recuperado en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/882Alnus%20acuminata.pdf>
- Corporación de Boyacá. (2015) *Capítulo I. Descripción de las especies vegetales producidas en los viveros de la corporación autónoma regional de Boyacá- CORPOBOYACÁ.* Recuperado de: [http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/01/capitulo\\_i\\_descripcion\\_de\\_las\\_especies\\_vegetales\\_producidas\\_en\\_los\\_viveros\\_de\\_la\\_corporacion\\_autonoma\\_regional\\_de\\_boyaca-\\_corpoboyaca.pdf](http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/01/capitulo_i_descripcion_de_las_especies_vegetales_producidas_en_los_viveros_de_la_corporacion_autonoma_regional_de_boyaca-_corpoboyaca.pdf)
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos.* Recuperado de [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)
- Empresa de Servicios Públicos de Málaga Santander. (2018). Misión y Visión. Málaga, Colombia: ESPM. Recuperado de <http://espmalaga.com/mision-y-vision/>
- Fischer, G., Torres, F., Torres, J. (1997). Efectos de la temperatura del suelo sobre la planta 1. Crecimiento y desarrollo. *Revista Comalfi*, 24 (3), 78-92.
- Flórez, A., Umaña, J. (2006). Evaluación de la adaptación, comportamiento y efecto en la pradera de la acacia negra (*acacia decurrens*), de la acacia japonesa (*acacia melanoxylon*), y del aliso (*alnus acuminata*), como cerca viva en un sistema de producción de ganado de

- leche en el trópico alto colombiano.. (Tesis de pregrado) Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- García, E., Sotomayor, A., Silva, S., Valdebenito, G. (2001). *Establecimiento de plantaciones forestales*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26349/EstablecimientoCon1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibáñez, J. (2008). *El perfil del suelo*. Madrid, España. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/10/02/102439>
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2016). *Indicadores ambientales*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/>
- Instituto Geografico Agustin Codazzi (2016). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Santander*. Recuperado de <http://www.igac.gov.co>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2015). *El suelo*. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/Los%20Suelos.pdf>
- Intagri S. C (2016). *La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos*. . Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Luna, L.; Moreno, J.; Villamizar, J.; Coronado, R. (1995) *Caracterización Biofísica y Socioeconómica de la provincia de García Rovira*. Málaga, Santander: Corpoica.
- Melo, O. y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima.

- Montealegre, S, Nieto. V. (2017). Importancia de la fertilización en plantaciones forestales: Un caso de estudio en la Orinoquia. *Revista M&M*, 1(1), 1-8. Recuperado de <https://revista-mm.com/blog/forestal/importancia-fertilizacion-plantaciones-forestales-estudio-orinoquia/>
- Mortimer, A. (2016). *La clasificación y ecología de las malezas*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012). *Estructura del suelo*. Recuperado de [http://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_TrainIng/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s07.htm](http://www.fao.org/fishery/static/FAO_TrainIng/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm)
- Ospina, C., et al. (2005). *Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana Aliso o cerezo, Alnus acuminata H.B.K. ssp. Acuminata*. Recuperado en <http://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>
- Parra, L. y Gutiérrez, L. (2017). Caracterización de la entomofauna asociada a las especies forestales plantadas: *Alnus acuminata*, *Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon*, en la vereda San Luis del municipio de Málaga, Santander. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Málaga, Colombia.
- Quiceno. J.; Medina., M. (2006). La *Acacia decurrens Will* fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. *Livestock Research for Rural Development*, 18 (12), 1- 20.

- Reátegui, A.(2010) *Prospección de las plagas del "aliso"(Alnus acuminata H.B.K.) y la "guinda"(Prunus serotina Ehrh.) en el valle del río Mantaro.* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Rivas, D. (2016).*Fertilización de árboles urbanos.* Ciudad de México, México. Recuperado de <http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Fertilizacion.pdf>
- Ríos, A. y Giménez, A. (1992). Eco fisiología de malezas. *Revista INIA, 1* (2), 157-166.
- Rodríguez, M. (1993). *Plantas nocivas y como combatirlas.* México D.F.: LIMUSA.
- Rojas, J. (2015). *Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano.* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Romero, M. (2016). Escenarios de Cambio Climático en el sector forestal. *Revista mexicana de ciencias forestales 7*(37), 1. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322016000500004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000500004)
- Ruiz, R., et al, (1984) *Control de malezas.* Bogotá, Colombia: Adpostal.
- Solorza, J. (2012). Evaluación de la regeneración de *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Ulex europaeus* en áreas en proceso de restauración ecológica. *Luna Azul, 34*(1), 66-80. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a05.pdf>
- Trujillo, E. (2017). *Plantación Forestal: Planeación para el Éxito.* Recuperado de [http://elsemillero.net/pdf/plantaciones\\_forestales.pdf](http://elsemillero.net/pdf/plantaciones_forestales.pdf)
- Vásquez, A. (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia.* Recuperado de [http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac\\_Forestal/Documentos/LIBROS/LIBRO%20ARMANDO%20VASQUEZ.pdf](http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/LIBRO%20ARMANDO%20VASQUEZ.pdf)

Zapata, C. (2013). *Influencia edafoclimática en el desarrollo de plantaciones juveniles de Eucalyptus grandis en el suroccidente colombiano*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

## Apéndices

### Apéndice A. Nomenclatura de los horizontes y capas maestros del suelo, según SSS(1998)

Horizontes según SSS 1998	Significado abreviado
Oi	Residuos orgánicos muy poco descompuestos
Oa-Oe	Residuos orgánicos fuerte y moderadamente descompuestos, respectivamente
A	Horizonte superficial con materia orgánica humificada y mezclada con la fracción mineral o disturbado por el uso
E	Eluvial de coloides del suelo
AB-EB	Transicional entre A y B o entre E y B
E/B	Mezclado de E y B
AC	Transicional entre A y C
BA-BE	Transicional entre B y A o entre B y E
B/E	Mezclado de B y E
B	Horizonte B característico
BC-CB	Transicional entre B y C o entre C y B
C	Sedimentos, roca fragmentada y saprolitos
R	Sustrato rocoso duro y continuo
W	Capa de agua en el suelo
2,3,4, etc.	Discontinuidad litológica

Símbolos utilizados para identificar las características subordinadas de los horizontes y capas maestros del suelo, según el SSS (1998)

Símbolos según SSS 1998	Significado abreviado
a	Materia orgánica muy descompuesta
b	Horizonte sepultado
c	Concreciones o nódulos (Cuerpos cementados de descomposición variada, con o sin organización concéntrica interna, respectivamente)
d	Restricción física a la raíz
e	Materia orgánica con un grado de descomposición medio
f	Horizonte con hielo permanente
ff	Presencia de permafrost (Temperatura < 0°C) Seco (Sin congelamiento de agua)
g	Gleización
h	Acumulación de materia orgánica iluvial
i	Materia orgánica poco descompuesta
j	Presencia de jarosita (Sulfato de Fe, amarillo)


---

j	Crioturbación
	Acumulación de carbonatos, principalmente de Ca
k	
m	Cementación
n	Acumulación de sodio
o	Acumulación residual de sesquióxidos
p	Distribución por arado o similar
q	Acumulación de sílice
r	Roca meteorizada restrictiva para la raíz
s	Acumulación iluvial de complejos de materia orgánica y sesquióxidos
ss	Presencia de slickensides (Superficiales de agregados pulidas y estriadas)
t	Acumulación iluvial de arcilla silicatada
v	Presencia de plinita (Cuerpos discretos, muy duros en seco, rojizos, enriquecidos en Fe)
w	Horizonte B con desarrollo de color y/o de estructura
x	Fragipán
y	Acumulación de yeso
z	Acumulación de sales más solubles que el yeso

---

Apéndice B. Análisis de suelo

INFORME N° 847-S18 (17586) Mauricio Suarez M. 2018-03-16



**ACREDITADO ONAC**  
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2005  
13-LAB-031  
LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS

**REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS UNA MUESTRA VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA**

**1. Información del cliente**

Nombre y Apellido: MAURICIO SUAREZ M.  
Cedula o NIT: 1100503830  
Dirección: CRA 6 # 3-44  
Dpto: SANTANDER  
Municipio: MÁLAGA  
Tel. fijo/Celular: 3107666375  
Tipo de análisis: Fertilidad Completo,

**2. Información de la muestra**

Identificación: 005341      Altura: 2535  
Matriz: SUELO      Cultivo: ALISO Y ACACIA NEGRO Y GRIS  
Vereda: SAN LUIS ABOJO      Estado: ESTABLECIDO  
Finca: A.S.P.M.      Topografía del terreno: MODERADAMENTE ONDULADO

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2005. El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH ( VC\_R\_004 versión 2 de 18-09-2015), fósforo disponible Bray II (NTC 5350:2005), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5598:2008), cationes intercambiables en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (NTC 5349:2008), micronutrientes en suelo por olsen modificado (NTC 5528:2007)\*

Fecha de recepción: 2018-02-27      *Jamer Ricardo Jiménez. (7882)*  
Fecha(s) de análisis: De 2018-03-05 a 2018-03-07      *Lider Unidad de Laboratorio de Suelos*  
Fecha de reporte: 2018-03-16

# DE SOLICITUD	CODIGO DE LABORATORIO
847	S18-17586

DETERMINACION ANALITICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH	Unidades de pH	VC_R_004 versión 2	5,45	FUERTE A EXTREMADAMENTE ACIDO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	0,09	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	g/100 g	Walkley & Black	3,88	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	NTC 5350:2005	<3,87	BAJO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	1,69	BAJO
Acidez Intercambiable (Al+H)	cmol <sub>w</sub> /kg	KCl	2,12	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol <sub>w</sub> /kg	KCl	1,63	NORMAL
Calcio intercambiable (Ca)	cmol <sub>w</sub> /kg	NTC 5349:2008	2,08	BAJO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol <sub>w</sub> /kg	NTC 5349:2008	0,30	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol <sub>w</sub> /kg	NTC 5349:2008	0,19	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol <sub>w</sub> /kg	NTC 5349:2008	<0,14	BAJO
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol <sub>w</sub> /kg	Suma de cationes	4,83	BAJO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	434,16	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	4,81	BAJO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0,12	BAJO

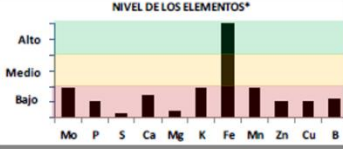
**SATURACION DE BASES**

Saturacion de Calcio	43%	Medio
Saturacion de Magnesio	6%	Bajo
Saturacion de Potasio	4%	Alto
Saturacion de Sodio	3%	Normal
Saturacion de Aluminio	34%	Restringido

**RELACIONES IÓNICAS**

Relacion Ca/Mg	6,8
Relacion (ca+Mg)/K	12,8
Relacion Mg/K	1,6
Relacion Ca/B	3364

**NIVEL DE LOS ELEMENTOS\***



OBSERVACIONES: \* Interpretación basada en: ICA, B92. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; ND: No Determinado; Se hace corrección por pH (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (M.O), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez Intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio Intercambiable (K), Sodio Intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe) Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia  
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.  
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA  
Para peticiones, quejas, solicitudes de información comuníquese al correo electrónico [atencionalcliente@corpoica.org.co](mailto:atencionalcliente@corpoica.org.co) o a la línea telefónica 018000121515

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA  
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)  
TELÉFONOS: 4227300, extensión 1414  
E-MAIL: [ypaezc@corpoica.org.co](mailto:ypaezc@corpoica.org.co)

VC-F-227  
Version: 2  
Fecha de aprobación: 04-09-2017

INFORME N° 847-S18 (17586) Mauricio Suarez M. 2018-03-16

**RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN**

USUARIO : Mauricio Suarez M.  
 IDENTIFICACION: 005341  
 NÚMERO DE LABORATORIO: S18-17586  
 FECHA: 16-03-2018

DEPARTAMENTO: Santander  
 MUNICIPIO: Málaga  
 VEREDA: San Luis Abojo  
 FINCA: A.S.P.M.  
 CULTIVO: Forestales  
 EDAD: Establecidos

**DIAGNÓSTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO**

Suelo de reacción Fuerte a Extremadamente Ácida, asociado a una moderada saturación de Aluminio de cambio por lo cual se recomienda la aplicación de enmiendas calcáreas para disminuir la acidez del suelo. Disponibilidad baja de Nitrógeno considerando el porcentaje bajo de materia orgánica, se recomienda la aplicación de Nitrógeno. Para el Fósforo y el Azufre se recomienda su aplicación debido a sus bajos contenidos en el suelo. Para las bases de cambio Calcio, Magnesio y Potasio se recomienda su aplicación dados sus bajos niveles edáficos. En cuanto a los micronutrientes es recomendable la aplicación de Zinc y Boro como consecuencia de sus bajas concentraciones nativas. Para Hierro no se recomienda su aplicación actualmente. Para Manganeso no se recomienda su aplicación debido a la actual acidez en el suelo.

**CANTIDAD DE NUTRIENTES APORTADOS EN EL PLAN DE FERTILIZACIÓN (cuarto año en adelante)**

NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	AZUFRE	HIERRO	MANGANESO	ZINC	BORO
Kg/ha/ciclo									
80	58	75	29	16	38	0.0	0.0	2.8	0.5

**DOSIS DE ENMIENDA**

Se recomienda la aplicación de la siguiente fuente de enmienda una vez al año en época diferente a la fertilización:

- Cal Dolomita.....250 kg/ha

**DOSIS DE FERTILIZANTE Y EPOCA DE APLICACIÓN (FORESTALES CON DENSIDAD DE 500 PLANTAS POR HECTAREA)**

**Aplicar dos veces al año (cada seis meses)**

- Sulfato de Zinc.....5 kg/ha.....10 gramos por planta
- DAP.....63 kg/ha.....126 gramos por planta
- Bórax.....2.5 kg/ha.....5 gramos por planta

**Aplicar cuatro veces al año (cada tres meses)**

- Urea.....31 kg/ha.....62 gramos por planta
- KCl.....31 kg/ha.....62 gramos por planta
- Sulfato de Magnesio.....25 kg/ha.....50 gramos por planta
- Yeso Agrícola.....25 kg/ha.....50 gramos por planta

FIN DEL INFORME



Quien realizó la recomendación

*Lorena B*

Lorena Bohórquez  
 Ingeniera agrónoma  
 Contacto: 4227300  
 extensión 1414-1372.

**Anuncio importante**

Recuerde consultar el asesor técnico de su zona para ajustar el plan de fertilización de acuerdo a las particularidades de su cultivo

Centro de Investigación Tibaitatá

Km 14 vía Mosquera (Cundinamarca)

Tel: 4227300 extensión 1414-1372

Apéndice C. Terminología utilizada para describir variables ambientales y para caracterizar algunas propiedades físico- químicas del suelo, en el campo, con fines de descripción de perfiles de suelos (la mayoría sintetizados de SSDS, 1993)

#### **Clasificación del gradiente de la pendiente**

CLASE	INCLINACIÓN (%)
Plana o casi plana	< 3
Ligeramente inclinada	3 – 7
Fuertemente inclinada	7 – 12
Moderadamente escarpada	12 – 25
Escarpada	25 – 50
Muy escarpada	> 50

#### **Pisos altitudinales**

PISO CLIMÁTICO	ALTITUD (msnm)
Cálido	0 -- 1000
Medio	1000 -- 2000
Frío	2000 -- 3000
Muy frío	3000 -- 3600
Paramuno	3600 -- 4200
Subnival y nival	> 4200

#### **Régimen de humedad del suelo**

RÉGIMEN	DEFINICIÓN
Árido o Tórrico	Seco la mayor parte del año y húmedo menos de 90 días consecutivos
Ústico	Seco 90 días o más acumulativos; húmedo 90 días o más consecutivos o 180 días o más acumulativos al año
Údico	El suelo no está seco más de 90 días acumulativos al año
Perhúmedo	La evapotranspiración es menor que la precipitación durante todos los meses del año
Ácuico	Saturado con agua y sin oxígeno durante un tiempo suficiente para producir condiciones de reducción
Perácuico	Nivel freático en o cerca de la superficie permanentemente

#### **Régimen de temperatura del suelo**

RÉGIMEN	TEMPERATURA (°C)
Isofrío	< 8
Isomésico	8 y 15
Isotérmico	15 y 22
Isohipertérmico	> 22

**Frecuencia de las inundaciones**

CLASE	EVENTO - FRECUENCIAS
No hay	
Rara	Una (1) cada 10 o más años
Ocasional	Una (1) cada 2 a 5 años
Frecuente	Una (1) a dos (2) por año
Muy frecuente	Más de dos (2) por año

**Clases por profundidad del nivel freático**

CLASE	(cm)
Muy superficial	0 -- 25
Superficial	25 -- 50
Moderadamente profundo	50 -- 100
Profundo	100 -- 150
Muy profundo	> 150
No observado	

**Clases por profundidad efectiva del suelo**

CLASE	PROFUNDIDAD (cm)
Muy superficial	< 25
Superficial	25 -- 50
Moderadamente superficial	50 -- 75
Moderadamente profunda	75 -- 100
Profunda	100 -- 150
Muy profunda	> 150

Apéndice D. Variables dasométricas presentes en las parcelas de la plantación

Parcela	Subparcela	Árbol	Especie arbórea	DAP(cm)	Ht(m)
1	1,1	1	<i>Alnus acuminata K.</i>	3,50	4
		2		7,96	8
		3		8,91	6
		4		7,32	7
		5		4,46	5
		6		5,41	6
		7		7,96	7
		8	<i>Acacia decurrens W</i>	3,18	4
	1,2	9	<i>Alnus acuminata K</i>	10,76	8
		10		10,63	8.5
		11		11,14	9
		12		8,50	5
		13		14,80	13
		14		10,28	10
		15		10,50	8
		16		10,60	11
		17		15,28	13
		18		12,16	12
		19		8,59	9
		20		12,35	10
		21		10,38	8
		22		10,03	9
		23		7,32	10
		24		8,59	10
	1,3	25	<i>Acacia decurrens Ws</i>	7,96	5
		26		10,19	9
		27		7,96	7
		28		7,00	4
		29		13,37	8
		30		5,73	7
		31		10,19	6
		32		5,73	5
	1,4	33	<i>Alnus acuminata K</i>	10,09	12
		34		9,87	8
		35		11,46	10
		36		2,07	2.5
		37		6,68	4
	1,5	38	<i>Acacia decurrens W</i>	8,28	6
		39		8,59	8

		40		4,77	4		
		41		9,55	5		
		42		5,73	5		
		43		3,82	4		
		44		3,50	5		
		45		<i>Alnus acuminata K</i>	6,37	5	
		46			4,14	4	
	1,6		47	<i>Alnus acuminata K</i>	5,09	7	
			48		6,68	6	
			49		5,09	8	
			50		4,04	6	
			51		9,87	8	
			52		14,96	12	
			53		7,64	9	
			54		3,50	3	
			55		8,75	7	
			56		7,32	8	
			57		11,20	12	
			58		7,83	6	
			59	<i>Acacia decurrens W</i>	6,05	4	
			60		4,77	3.5	
	1,7		61	<i>Acacia decurrens W</i>	2,86	3	
			62		6,68	5	
			63		<i>Alnus acuminata K</i>	7,00	5
	1,8		64	<i>Acacia decurrens W</i>	2,86	3	
			65		<i>Alnus acuminata K</i>	3,50	2,5
			66			7,96	8
			67			9,74	8
			68		5,73	3,5	
69	<i>Acacia melanoxylon R. Br</i>	3,18	2				
1,9		70	<i>Alnus acuminata K</i>	8,91	7		
		71		7,64	6		
		72		9,87	7		
1.10		73	<i>Alnus acuminata K</i>	8,28	6		
		74		9,74	9		
		75		11,78	7		
		76		10,19	8		
		77		8,59	5		
		78		9,23	7		
2	2.1	79	<i>Alnus acuminata K</i>	13,69	9		
		80		8,59	8		

		81		10,82	7
		82		7,64	8
		83		6,68	5
		84		11,14	7
		85		8,28	5
		86		10,50	8
		87		9,23	6
		88		4,46	4
		89		3,82	4
	2.2	<i>Alnus acuminata K</i>	90	10,28	8
			91	7,96	8
			92	7,32	7
			93	7,80	8
			94	8,21	8,5
			95	10,19	10
			96	7,80	9
			97	4,90	7
			98	10,12	10
	2.3	<i>Alnus acuminata K</i>	99	9,87	7
			100	7,00	6
			101	7,00	6
102			8,59	5	
103			7,32	7	
104			5,41	4	
105			7,32	6	
106			7,96	7	
107			6,37	5	
108			8,28	6	
109			9,23	5	
110			6,05	6	
2.4	<i>Alnus acuminata K</i>	111	9,55	6	
		112	7,32	7	
		113	7,32	7	
		114	5,54	5	
		115	4,36	6	
		116	5,41	6	
		117	8,44	9	
		118	8,28	6	
		119	8,85	9	
		120	6,37	7	
		121	6,49	6	

		122		5,41	7
		123		7,80	5
		124		3,50	5
		125		4,55	4
		126		8,44	10
		127		6,37	9
		128		6,21	8
		129		4,46	6
		2.5		<i>Alnus acuminata K</i>	130
	131		10,82		8
	132		5,09		5
	133		1,91		3
	134		11,14		8
	135		3,82		6
	136		4,14		4
	137		9,23		8
	138		9,87		8
	2.6	<i>Alnus acuminata K</i>	139	5,41	6
			140	9,23	10
			141	8,59	22
			142	2,86	6
			143	5,57	6
			144	4,46	11
			145	1,91	4
			146	9,71	8
			147	9,07	10
			148	8,59	10
			149	9,01	10
			150	6,37	2
			151	4,77	4
			152	8,59	10
	2.7	<i>Alnus acuminata K</i>	153	7,32	7
			154	7,64	7
			155	6,05	5
			156	6,05	6
			157	8,91	8
158			10,19	8	
159			8,59	6	
160			10,19	6	
161			10,82	6	
162			8,59	9	

		163		7,64	7
		164		10,50	8
		165		6,05	4
		166		5,09	5
		167		7,00	5
		168		8,28	6
	2.8	169	<i>Alnus acuminata K</i>	8,05	6
		170		8,59	9
		171		8,91	9
		172		4,77	5
		173		4,46	4
		174		3,82	4
		175		4,77	5
		176		12,41	10
		177		10,82	10
		178		7,00	7
		179		8,59	1
		180		5,41	7
		181		4,93	6
		182		9,07	6.5
	183	11,62	10		
	2.9	184	<i>Alnus acuminata K</i>	8,91	6
		185		9,55	7
		186		9,55	8
		187		7,32	6
		188		8,59	7
		189		7,32	6
		190		5,09	6
		191		9,55	7
		192		8,59	6
	2.10	193	<i>Alnus acuminata K</i>	2,39	3
		194		2,86	3
		195		7,16	7
		196		4,46	6
		197		6,05	6
		198		9,23	10
		199		4,62	5
		200		7,00	8
		201		7,00	6
		202		9,80	10
		203		2,23	2.5

		204		7,83	9			
		205		2,48	2.5			
		206		9,17	9			
		207		5,19	5			
		208		4,07	5			
		209		6,24	9			
		210		7,00	7			
		211		9,49	8			
		212		9,01	10			
		213		8,40	9			
		3		3.1	214	<i>Alnus acuminata K</i>	5,73	7
					215		4,14	6
					216		7,32	6
217	8,91		8					
3.2	218		<i>Alnus acuminata K</i>	5,73	7			
	219			9,23	10			
	220			7,00	8			
	221			8,91	9			
	222			7,00	8			
3.3	223		<i>Alnus acuminata K</i>	7,64	6			
	224			10,19	8			
	225			6,68	4			
	226			9,23	6			
	227			7,00	7			
	228			7,64	6			
	229			8,28	7			
	230			8,59	8			
	231			7,00	7			
	232			10,50	7			
3.4	233		<i>Alnus acuminata K</i>	11,30	10			
	234			5,09	9			
	235			2,55	3			
	236			9,55	10			
3.5	237		<i>Alnus acuminata K</i>	8,28	6			
	238	8,91		5				
	239	7,96		5				
	240	9,23		7				
	241	10,50		4				
3.6	242	<i>Acacia melanoxylon R. Br.</i>	2,23	3				
	243	<i>Alnus acuminata K</i>	8,09	9				
	244		11,14	9				

		245		8,59	11	
		246	<i>Acacia decurrens W</i>	2,23	2	
		247		2,23	2.5	
		248		16,87	9	
	3.7		249	<i>Alnus acuminata K</i>	6,30	7
			250		9,23	9
			251		7,64	9
			252		3,18	3
			253		3,82	4
			254		8,28	7
			255		8,59	8
	3.8		256	<i>Alnus acuminata K</i>	8,59	8
			257		5,41	6
			258		8,59	9
			259		7,00	7
			260		2,86	5
			261	5,89	8	
	262	<i>Acacia melanoxylon R. Br.</i>	2,07	3		
	3.9		263	<i>Alnus acuminata K</i>	7,00	6
			264		5,73	6
			265		6,05	5
			266		6,68	5
			267		5,41	4
			268		7,64	8
			269		6,05	5
			270		4,77	3
			271	<i>Acacia decurrens W</i>	3,82	4
	3.10		272	<i>Alnus acuminata K</i>	6,53	6
273			9,55		9	
274			4,77		5	
275			7,00		7	
276			8,91		8	
277			5,41		5	
278			7,64		5	
4	4.1	279	<i>Alnus acuminata K</i>	6,37	6	
		280		7,00	6	
		281		4,77	3	
		282		6,68	6	
		283		3,31	4	
		284		8,59	7	
		285		2,61	3.5	

		286		6,37	5
	4.2	287	<i>Alnus acuminata K</i>	6,56	5.5
		288		3,63	4
		289		5,41	5
		290		7,32	6
		291		4,77	3
		292		6,81	5
		293		10,70	9
		294		10,19	5
		295		4,77	2.5
		4.3		296	<i>Alnus acuminata K</i>
	297		5,79	6	
	298		8,91	7	
	299		3,37	4	
	300		6,84	8	
	301		3,50	2	
	302		2,55	2.5	
	4.4	303	<i>Alnus acuminata K</i>	3,50	3
		304		3,37	2.5
		305		6,05	5
		306		6,37	5
		307		4,46	3
		308		3,98	4
		309		10,19	10
		310		4,14	4
		311	<i>Acacia decurrens W</i>	5,09	2.5
	4.5	312	<i>Alnus acuminata K</i>	5,73	6
		313		3,34	3.5
		314		2,55	3.5
		315		7,38	10
		316		3,37	2
		317		7,32	7
		318		3,50	5
		319		4,27	5
	4.6	320	<i>Alnus acuminata K</i>	2,86	3
		321		5,09	3
		322		4,46	3
		323		6,68	4
		324		4,77	4
		325		4,77	4
		326		7,16	6

		327		6,37	5
		328		12,73	10
	4.7	329	<i>Alnus acuminata K</i>	7,89	7
		330		6,37	6
		331		6,37	7
		332		4,46	5
		333		7,96	8
		334		4,14	2
		335		3,34	2.5
		4.8		336	<i>Alnus acuminata K</i>
	337		7,26	7	
	338		6,37	7	
	339		7,23	6	
	340		4,14	4	
	341		8,12	8	
	342		7,64	5	
	343		12,41	11	
	344		10,19	7	
	345		9,23	10	
	346		4,71	5	
	347		9,74	10	
	4.9	348	<i>Alnus acuminata K</i>	8,28	7
		349		6,05	4
		350		7,64	7
		351		6,05	6
		352		11,78	9
		353		12,10	11
		354		11,14	11
		355		7,96	8
		356		7,32	6
		357		8,59	5
		358		8,91	6
	4.10	359	<i>Alnus acuminata K</i>	10,50	11
		360		4,77	4
		361		5,09	4
		362		3,18	2.5
		363		11,24	11
		364		9,68	8
	365	8,72	8		
	366	9,45	8		
	367	10,50	10		

5		368		11,71	10		
		369		8,82	8		
		370		8,75	9		
		371		9,23	8		
		372		13,05	10		
	5.1	<i>Alnus acuminata K</i>	373	7,32	5		
			374	7,64	5		
			375	4,46	4		
			376	7,00	5		
			377	7,96	4		
			378	3,18	3		
			379	12,19	9		
			380	8,91	7		
			381	5,60	5		
			382	7,64	6		
			5.2	<i>Alnus acuminata K</i>	383	7,64	4
					384	8,91	6
	385	7,64			6		
	386	6,68			6		
	387	7,00			4		
5.3	<i>Alnus acuminata K</i>	388	6,05	7			
		389	4,14	5			
		390	14,32	12			
		391	9,23	8			
		392	7,32	6			
		393	6,68	8			
		394	8,28	8			
		395	7,96	6			
5.4	<i>Acacia decurrens W</i>	397	17,83	10			
		398	2,55	4			
	<i>Alnus acuminata K</i>	399	7,48	7			
		400	7,32	6			
		401	10,06	9			
		402	6,68	6			
		403	8,91	7			
5.5	<i>Alnus acuminata K</i>	404	10,19	8			
		405	3,18	2.3			
		406	7,00	7			
		407	5,41	6			
		408	8,91	10			

		409		9,23	10
		410		9,55	10
		411		5,09	6
		412		6,68	6
		413		10,19	10
		414		7,32	8
	5.6	415	<i>Alnus acuminata K</i>	8,79	7
		416		8,28	8
		417		7,64	8
		418		12,73	10
		419		9,55	10
		420		6,59	6
		421	<i>Acacia decurrens W</i>	2,55	4
	5.7	422	<i>Alnus acuminata K</i>	9,23	7
		423		8,59	7
		424		10,50	10
		425		9,23	7
		426		7,64	9
		427		10,82	10
		428		8,91	8
		429		5,41	8
	5.8	430	<i>Alnus acuminata K</i>	7,96	7.5
		431		7,64	6
		432		4,46	6
		433		2,86	3
		434		3,18	5
		435		7,80	7
		436		8,44	6
		437		4,77	4
		438		6,05	6
		439		6,37	7
		440		8,18	9
		441		8,28	8
		442		7,00	6
		443		4,46	5
		444		6,68	7
				445	<i>Acacia melanoxylon R. Br</i>
	5.9	446	<i>Alnus acuminata K</i>	8,59	8
		447		9,23	8
		448		11,46	10
		449		8,28	9

		450		6,37	7
		451		7,96	7
		452		3,18	2.5
		453		11,46	10
		454		7,64	8
	5.10	<i>Alnus acuminata K</i>	455	3,82	6
			456	1,91	5
			457	7,64	7
			458	7,96	8
			459	3,82	5
			460	7,64	6
			461	7,96	7
			462	10,82	10
			463	9,87	10
			464	4,46	5
			465	8,28	6.5
			466	12,41	11
			467	9,55	9
			468	7,64	8
6	6.1	<i>Alnus acuminata K</i>	469	7,96	7
			470	6,68	7
			471	9,55	7
			472	4,14	4
			473	5,19	4
	6.2	<i>Alnus acuminata K</i>	474	4,77	5
			475	4,30	3
			476	4,77	5
			477	4,77	5
			478	5,16	5
			479	4,62	4.5
			480	3,18	2.5
			481	5,95	5
	6.3	<i>Alnus acuminata K</i>	482	8,28	7
			483	6,37	5
			484	5,09	5
			485	4,14	4
			486	5,57	5
			487	6,37	5
			488	4,90	4
6.4	<i>Alnus acuminata K</i>	489	6,05	5	
		490	4,14	3	

		491		7,96	6
		492		4,30	5
		493		6,68	4
		494		4,04	4
		495		6,37	5
		496		7,19	7
		497		7,96	7
	6.5	498	<i>Alnus acuminata K</i>	7,64	5
		499		4,46	4.5
		500		5,09	4.5
		501		6,37	6
		502		4,77	5
		503		7,32	6
		504		8,59	7
	6.6	505	<i>Alnus acuminata K</i>	6,37	6
		506		6,37	5
		507		7,42	6
		508		4,93	5
		509		7,16	6
		510		4,14	7
		511		6,30	5
		512		6,21	6
		513		11,14	8
	6.7	514	<i>Alnus acuminata K</i>	10,19	9
		515		7,00	7
		516		5,25	7
		517		6,56	8
		518		6,18	7
		519		1,91	4
		520		7,64	6
		521		3,66	5
		522		4,27	5
		523		3,92	6
			524	<i>Acacia decurrens W</i>	2,07
	6.8	525	<i>Alnus acuminata K</i>	7,19	7
		526		6,68	7
		527		6,37	7
		528		7,96	8
		529		2,07	3
		530		1,27	2.5
		531		1,27	2.5

		532		0,64	2.5	
		533		2,07	4.5	
		534		0,64	2	
		535		0,64	2	
	6.9		536	<i>Alnus acuminata K</i>	7,96	6
			537		7,96	5
			538		5,41	6
			539		6,37	6.5
			540		5,73	6.5
			541		8,59	6.5
	6.10		542	<i>Alnus acuminata K</i>	5,09	5
			543		6,11	6
			544		3,98	6
			545		5,83	6
			546		7,96	7
			547		7,96	7
			548		5,98	6
			549		4,46	5
550			5,09		6	
551	4,46	5				