

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL SUELO POR LA EXTRACCIÓN
MADERERA EN LA FINCA EL TABLÓN MUNICIPIO DE POPAYÁN
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



LIZED VANEZA TRUJILLO MONA

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2017**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL SUELO POR LA EXTRACCIÓN
MADERERA EN LA FINCA EL TABLÓN MUNICIPIO DE POPAYÁN
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



LIZED VANEZA TRUJILLO MONA

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria

**Director
ARNOL ARIAS HOYOS, Biólogo**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez revisado el documento final del trabajo de grado titulado “EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL SUELO POR LA EXTRACCIÓN MADERERA EN LA FINCA EL TABLÓN MUNICIPIO DE POPAYÁN-DEPARTAMENTO DEL CAUCA”, realizado por la alumna LIZED VANEZA TRUJILLO MONA, se autoriza la sustentación del mismo, para así poder realizar la gestión administrativa correspondiente y optar el título de Profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Arnol Árias Hoyos, Biólogo
Director
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Adriana Sánchez
Jurado
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

Clara Milena Concha Lozada, M.Sc.
Jurado
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca

DEDICATORIA

Este logro lo dedico principalmente a Dios y a mi familia porque siempre estuvieron a mi lado apoyándome en cada decisión y proyecto llevado a cabo. Así mismo doy gracias a la vida por demostrarme lo hermosa que es, y saber que a pesar de los obstáculos que se puedan presentar siempre se debe mirar hacia adelante para el cumplimiento de los sueños y metas planteadas.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de investigación ha sido posible gracias a la dedicación y al encuentro con personas que -con sus conocimientos y experiencias-, aportaron de manera significativa a la culminación de tan anhelado logro. Por tal razón, mi agradecimiento se dirige en primer lugar:

A Dios por fortalecerme como ser humano, iluminarme en momentos de adversidades y hacer realidad este paso tan importante como es el hecho de mi realización profesional.

A los integrantes de mi familia porque son mi razón de ser y el pilar fundamental en mi realización como persona y como profesional en mi saber hacer, gracias a su apoyo y amor constante. A mi padre que desde el cielo me ilumina en el paso por esta vida terrenal, a él gracias por su compañía y su protección.

Muy especialmente a la comunidad del Corregimiento El Tablón Municipio de Popayán por brindarme su confianza y colaboración aportando parte de la información y enriqueciendo grandemente este proyecto de investigación desde sus experiencias cotidianas.

A la empresa *CONASFOR* por darme la oportunidad de compartir recíprocamente los conocimientos y experiencias las cuales han sido útiles tanto para mi formación profesional como para el fortalecimiento general de la entidad.

A los profesores de la *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca* por brindarme su conocimiento a lo largo de todo el proceso de aprendizaje y de formación como profesional de la Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| CAPITULO 1 PROBLEMA..... | 16 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.2 JUSTIFICACION..... | 17 |
| 1.3 . OBJETIVOS | 19 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 19 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 20 |
| CAPITULO 2 MARCO TORICO..... | 21 |
| 2.1 MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.2. BASES LEGALES | 26 |
| 2.3. ESTADO DEL ARTE..... | 29 |
| CAPITULO 3 METODOLOGÍA | 35 |
| 3.1 Descripción del área de estudio | 35 |
| 3.1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y QUÍMICA..... | 37 |
| 3.1.2 Clasificación climática | 37 |
| 3.1.3 Geología..... | 37 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| 3.1.4 Hidrología | 39 |
| 3.1.5 vegetacion | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.1.6 Fauna..... | 40 |
| 3.1.7 Método de muestra compuesta..... | 40 |
| 3.1.8 PERCEPCIÓN COMUNITARIA DEL IMPACTO GENERADO POR LA EXTRACCIÓN DE PINO KESIYA..... | 42 |
| 3.1.9 Encuestas..... | 42 |
| 3.1.10 Diagnóstico ambiental del proceso de cosecha de pino Kesiya..... | 42 |
| 3.1.11 Estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación de los impactos generados..... | 43 |
| | |
| 4 CAPITULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS | 43 |
| | |
| 4.1 Granulometría y fertilidad del suelo | 43 |
| 4.1.1 Acidez activa del suelo (pH _{H2O})..... | 45 |
| 4.1.2 Contenido de materia orgánica de suelo (MOS) en el suelo de la Finca El Tablón | 47 |
| 4.1.3 Contenido de calcio (Ca) en el suelo de la Finca El Tablón | 50 |
| 4.1.4 Contenido de fósforo (P) en el suelo de la Finca El Tablón..... | 52 |
| 4.1.5 Contenido de nitrógeno total (N _t) en el suelo de la Finca El Tablón..... | 54 |
| 4.1.6 Saturación de aluminio (Al ⁺³) en el suelo de la Finca El Tablón | 56 |
| | |
| 4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE COSECHA | 58 |
| | |
| 4.2.1 Proceso de obtención de la madera e impactos ambientales | 58 |
| 4.2.2 Proceso de cosecha de Pinus Kasya e impacto ambiental al suelo..... | 58 |
| 4.2.3 Lista de chequeo | 60 |
| 4.2.4 Matriz de Leopold | 62 |
| | |
| 4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL SECTOR Y SU PERCEPCIÓN RESPECTO AL IMPACTO GENERADO..... | 65 |
| | |
| 4.3.1 Nivel educativo e ingresos | 66 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2 Beneficio de la actividad maderera a las familias del Corregimiento El Tablón | 67 |
| 4.3.3 Apreciación sobre amenaza de la zona por cultivo de maderables comerciales..... | 68 |
| 4.3.4 Disponibilidad a pagar por conservación ambiental de la zona cultivada de pino | 69 |
| 4.3.5 Tipo de aporte al que está dispuesto a contribuir | 70 |

4.4 ESTRATEGIAS DE CORRECCIÓN, MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN DEL IMPACTO GENERADO POR LA EXTRACCIÓN MADERERA..... 71

| | |
|-------------------------------------|----|
| 4.4.1 Estrategia de mitigación..... | 72 |
| 4.4.2 Estrategia de mitigación..... | 72 |
| 4.4.3 Estrategia de corrección..... | 73 |
| 4.4.4 Estrategia de prevención..... | 74 |
| 4.4.5 Estrategia de corrección..... | 74 |
| 4.4.6 Estrategia de corrección..... | 75 |
| 4.4.7 Estrategia de corrección..... | 75 |

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 77

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 78 |
|-----------------------|----|

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 79 |
|---------------------------------|-----------|

| | |
|--|-----------|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 81 |
|--|-----------|

| | |
|--------------------|-----------|
| ANEXOS..... | 87 |
|--------------------|-----------|

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Textura del suelo en zonas de la Finca El Tablón | 44 |
| Tabla 2. Acidez activa - $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ del suelo..... | 46 |
| Tabla 3. Porcentaje de materia orgánica (MO) Finca El Tablón..... | 48 |
| Tabla 4. Nivel de Calcio en el suelo de la finca El Tablón | 50 |
| Tabla 5. Nivel de fosforo en el suelo de la Finca El Tablón..... | 52 |
| Tabla 6. Nivel de Nitrógeno en el suelo de la Finca El Tablón. | 54 |
| Tabla 7. Nivel de saturación de aluminio – Al^{+3} en el suelo, Finca El Tablón..... | 56 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Localización Corregimiento El Tablón. Fuente: Wikipedia (2016) | 35 |
| Figura 2. Localización Finca El Tablón..... | 36 |
| Figura 3. Nivel de pH en el suelo de la Finca El Tablón..... | 47 |
| Figura 4. Comportamiento materia orgánica suelo Finca El Tablón..... | 49 |
| Figura 5. Comportamiento del Calcio en el suelo Finca El Tablón..... | 51 |
| Figura 6. Comportamiento del fosforo en el suelo Finca El Tablón..... | 53 |
| Figura 7. Comportamiento del Nitrógeno en suelo de la Finca El Tablón.. .. | 55 |
| Figura 8. Diagrama de procesos Finca El Tablón. | 59 |
| Figura 9. Edad. | 66 |
| Figura 10. Nivel educativo..... | 67 |
| Figura 11. Beneficio de la actividad maderera en la Vereda El Tablón..... | 68 |
| Figura 12. Percepción de vulnerabilidad de especies. | 69 |
| Figura 13. Disponibilidad a pagar por conservación ambiental | 70 |
| Figura 14. Apoyo disponible por parte de la comunidad y empleados. | 71 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Anexo 1. Registro fotográfico de impactos ocasionados..... | 87 |
| Anexo 2: Pruebas de laboratorio..... | 92 |

RESUMEN

Evaluación de impacto ambiental al suelo por la extracción maderera en la Finca El Tablón Municipio de Popayán Departamento del Cauca

Este proyecto de investigación surge de la necesidad de evaluar el impacto ambiental al suelo por la extracción maderera en la Finca El Tablón, ubicada en el Corregimiento el Tablón Municipio de Popayán (Cauca). El trabajo integra cinco componentes: el primero hace referencia a la información biofísica del área de estudio en el que se caracteriza las especies nativas y exóticas en lo relacionado a flora y fauna del complejo biológico de la zona. La zona se encuentra modificada y su vegetación nativa sustituida en gran parte por la agricultura, ganadería, siembra de pastos y explotación intensiva forestal de especies madereras como el pino.

El segundo componente es el análisis fisicoquímico realizado al suelo en la Finca El Tablón, representadas por plantaciones forestales de Pino Kesiya. Este análisis permite la comparación de tres zonas específicas, las cuales corresponde a suelo con plantaciones de pino cosechado, suelo con plantaciones por cosechar y suelo de bosque nativo de los cuales no se registran variaciones importantes en sus composiciones. Los suelos de esta zona son derivados de ceniza volcánica y se caracterizan por su alta acidez, baja capacidad de intercambio catiónico, valores altos en materia orgánica en el suelo (M.O.S) y alta saturación de aluminio.

El tercer componente hace referencia a las comunidades de la zona y su percepción del impacto generado por la actividad extractiva de madera, en el cual se identifica un nivel alto de desconocimiento respecto a los impactos generados al ambiente por el monocultivo de pino Kesiya. El cuarto componente corresponde a la elaboración de un diagnóstico ambiental durante el proceso de cosecha en los procesos de extracción maderera realizados por la Empresa CONASFOR S.A.S. En este caso se identifican tres principales actividades generadoras de impactos en la finca como son el amarre, arrastre y descortezado de la madera. La actividad que genera mayor impacto al suelo es el arrastre de los arboles cortados debido a que se presenta el descapote de la zona intervenida y con ella la formación de cárcavas, siendo la erosión del suelo un impacto negativo.

El quinto componente es el planteamiento de estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación de los impactos generados al suelo por la extracción maderera. Aquí, adquieren gran importancia, la actividad ecosistémica de flora, fauna, microorganismos del suelo y fuentes de agua así como la mínima exposición del suelo en las actividades de siembra y cosecha de las plantaciones de pino.

PALABRAS CLAVES: componente biofísico, suelo, percepción de impacto, extracción maderera, medidas correctivas.

ABSTRACT

This research project emerges from the need to evaluate the environmental impact on the soil from the extraction of timber on the Finca El Tablon, located in the Tablon subdivision of Popayan, Cauca. This work includes five components.

The first makes reference to the biophysical information of the area and characterizes the native and exotic species as they relate to all of the flora and fauna of the zone. The area has been modified and its native vegetation substituted for the most part by agriculture, livestock, planted fields and intensive exploitation of timber species like pine.

The second component is a physiochemical analysis of the ground of Finca El Tablon, represented by forest plantations of Kesiya pine trees. This analysis allows comparison of three specific zones: the ground where trees have already been harvested, where trees have been planted to harvest and areas where the native forest hasn't changed in its composition. The soil in this area is derived from volcanic ash and is highly acidic, has a low capacity for cationic exchange, a high composition of organic materials and a high saturation of aluminum. Its samples were analyzed in Cauca's Department of Agriculture.

The third component concerns the communities close to the area and their perceptions of the impact generated by the extraction of wood. There is a high level of ignorance with respect to the impact of monocultivation of Kesiya pines on the environment.

The fourth component is an elaboration of an environmental diagnostic during the harvest in the process of timber extraction by the CONASFOR S.A.S. company. In this case, three principle activities generate impact on the land: tying, dragging and debarking of the trees. The activity that generates the most impact on the ground is the tying of the cut trees because it strips the area and with it the formations of gullies, which leads to erosion, a negative impact.

The fifth component is the implementation of strategies of correction, mitigation, prevention and compensation for the impact generated on the ground by timber extraction. Here, the activity of the ecosystem of flora, fauna, microorganisms of the soil and sources of water, as well as the minimum exposition of the soil in the activities of planting and harvesting pine, acquire great importance.

KEYWORDS: Biophysical components, soil, impact perception, timber extraction, corrective measurements.

INTRODUCCIÓN

Desde hace millones de años, la relación entre los suelos y los bosques ha venido desempeñando un rol muy importante en el equilibrio general del medio ambiente planetario. Dicha relación compleja e interactiva se refleja en la forma de regulación de procesos ecosistémicos como el hecho de servir de anclaje, de proporcionar, purificar y mantener el ciclo del agua y nutrientes, así mismo de crear un nuevo suelo en forma de descomposición de la vegetación. En general, el de brindar estabilidad a los climas, captura y almacenamiento de carbono, de proporcionar a los suelos el apoyo mecánico y estructural necesario para impedir movimientos superficiales de tierra y de mantener las condiciones ambientales necesarias para la producción agrícola, la seguridad alimentaria y a un medio ambiente sano. Además de ser el hábitat para un gran número de especies y de servicio para el ser humano en general por sus frutos y los derivados extraídos de los mismos (FAO, 2015; García, 2014).

Según García (2014), Colombia cuenta con una gran cobertura de bosques ubicados principalmente en las regiones del Pacífico y la Amazonia así como en otras zonas del país. Este potencial de bosque ha generado intervenciones de extensas áreas para ser aprovechadas desde los monocultivos de especies forestales capaces estos, de alterar los patrones ecológicos y/o la biodiversidad natural de la región (García, 2014). Particularmente en el Departamento del Cauca para el año 2004, la empresa Smurfit Cartón de Colombia, de 16.000 hectáreas de su propiedad, estableció alrededor de 13.413 hectáreas de plantaciones de especies exóticas destinadas a la producción de madera para pulpa destacándose el monocultivo de pino.

Para ese mismo año, El Tambo, Popayán, Sotará y Cajibío fueron los municipios del departamento con mayor aprovechamiento forestal de plantaciones comerciales (CRC-CONIF, 2004). En la actualidad, en la Finca El Tablón ubicada en el Corregimiento El Tablón Municipio de Popayán, -con una extensión

aproximada de 160,6 hectáreas destinadas en gran parte a la siembra de pino-, se encuentra establecido el monocultivo de Pino *kesiya* por parte de Conasfor S.A.S., como empresa filial de Smurfit.

Por lo anterior, esta pasantía se realizó con el fin de brindar una mayor aproximación y conocimiento del impacto ambiental generado al suelo por las actividades de extracción maderera del *Pinus kasya* Parl comúnmente conocido como *pinus Kesiya*. En la Finca El Tablón Corregimiento El Tablón Municipio de Popayán. En este sentido, el trabajo de investigación se estructura en cinco partes organizadas en el siguiente orden: la primera denominada “*Condiciones biofísicas del Corregimiento El Tablón Municipio de Popayán*” en el cual se intenta determinar una línea base de las condiciones biofísicas de la zona en lo relacionado a localización geográfica del área, clasificación climatológica, geología, suelos, hidrología aspectos bióticos y análisis granulométrico del suelo. La segunda parte denominada “*Evaluación de las afectaciones al suelo por la actividad productiva y extractiva de pino mediante pruebas físico químicas*” intenta hacer un análisis de características propias del suelo del Corregimiento El Tablón considerando como punto de partida la actividad maderera de pino Kesiya.

Una tercera parte denominada “*Diagnóstico ambiental en el proceso de cosecha de pino Kesiya*” el cual trata de encontrar impactos generados por las actividades de extracción de madera tanto en el suelo, el paisaje y el aspecto socioeconómico de la región. La cuarta parte denominada “*Identificación de la comunidad del sector y su percepción respecto al impacto generado*” tiene el propósito de dar a conocer las perspectivas personales de la comunidad aledaña a la zona respecto al impacto ambiental generado por la extracción de madera. En la comprensión de lo anterior se constituye una quinta parte denominada “*Estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación del impacto generado por la extracción maderera*” cuyo propósito central es el de plantear estrategias que logren mejorar el impacto generado por la extracción de madera en general.

CAPITULO 1 PROBLEMA

1.1 DEL PROBLEMA

La madera es uno de los recursos naturales bastante demandado por las sociedades humanas para ser utilizado como materia prima en diferentes actividades y en la necesidad de suplir esta demanda se cultiva millones de hectáreas de bosques y plantaciones forestales, las cuales son taladas periódicamente y determinan efectos drásticos en ecosistemas, biodiversidad asociada, y servicios que dichos ecosistemas proporcionan a la sociedad (Cordero, 2011). Según la FAO (2009) citada por Cordero (2011) “[...] el 7 % de la superficie de “bosque”... a nivel mundial es... “bosque plantado”, y el 25% de este “bosque” está compuesto por especies exóticas ... La situación más alarmante es en América Latina, donde más de 95% de los árboles que se plantan son exóticos y por lo tanto no pueden nunca formar bosques” (Cordero, 2011: 248).

De acuerdo a lo expresado por Espinal *et al* (2005) para el primer quinquenio del Siglo XXI el mercado de productos forestales a nivel global ocupa el tercer lugar después del petróleo y el gas con un valor anual de transacciones aproximadas a los US \$80 billones. En Colombia las *plantaciones forestales* ocuparon para el año 2002 alrededor de 231.912 hectáreas lo que representó un 3% del total de los bosques colombianos. La silvicultura y extracción de madera representó el 1,2 del PIB agropecuario y el 0,2 del PIB nacional (Espinal *et al*, 2005: 5-12).

Bajo esta consideración, existen diversas posiciones en lo relacionado a los implicancias ambientales generadas por el cultivo y extracción de madera de las plantaciones forestales y el impacto sobre componentes ambientales suelo, agua, flora, fauna, componente socioeconómico y cultural, algunas resaltando los aspectos positivos y otras resaltando los aspectos negativos. Diversos autores aseveran que los monocultivos de especies introducidas generan cambios importantes en el funcionamiento del ecosistema. Entre estos cambios se

encuentra la reducción de la fertilidad del suelo, el agotamiento de los nutrientes por la eliminación repetida de la biomasa, los daños que ocurren durante el desbroce del sitio (remoción de la vegetación por medios físicos o quemado) y la compactación del suelo por peso de la maquinaria extractora en los tiempos de cosecha (CONAF, 2013).

Para Gayoso y Iroume (1995) y Aguilar (1995), entre otros efectos tenidos en cuenta, está la afectación al ciclo normal del recurso hídrico por el desbalance generado como resultado de la modificación de los niveles de intercepción y evapotranspiración o la acumulación de hojarasca debajo de las plantaciones. Esto aumenta el riesgo de incendio, reduce la infiltración de agua lluvia, y genera cambios en las propiedades físicas y bioquímicas del suelo como el déficit de nutrientes específicos y saturación de otros elementos que no necesariamente los aprovecha la planta.

Otros autores en cambio se refieren a los beneficios de las plantaciones y advierten la necesidad de aclarar que la acidez e infertilidad de los suelos no necesariamente provienen del establecimiento de las plantaciones comerciales, por lo que se debe tener en cuenta la interacción en el tiempo de factores bióticos (cobertura), climáticos (precipitación) y edáficos (texturas) (Urrego, 1997). Por tal razón, es necesario saber sobre su comportamiento frente a los cambios que en él ocurren y su sensibilidad al impacto de prácticas forestales, en otras palabras, si los cambios en el sistema del suelo pueden ser beneficiosos o no para la productividad tanto a corto como a largo plazo.

Particularmente, el Corregimiento El Tablón desde hace algunos años, se convierte en un escenario de plantaciones de Pino Kesiya, lo que da lugar a una investigación de si existe o no cambios en el suelo, el ecosistema y la estructura social. De todas maneras, desde una posición u otra existen diferencias desde el punto de vista de la función ecosistémica relacionada con el ciclo biogeoquímico del suelo tanto en plantaciones forestales de pino como en bosques nativos por lo que el presente trabajo de investigación puede dar luces al respecto.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La importancia del presente trabajo de investigación radica en la idea de que el desarrollo diario de procesos productivos realizados por el ser humano a lo largo de la historia ha generado cambios irreversibles en el equilibrio ecológico planetario. Las plantaciones forestales y sus actividades derivadas generan un impacto sobre el entorno en que se ubica, particularmente, “[...] *sobre los componentes ambientales como suelo, agua, flora, fauna, y componentes socioeconómico y cultural*” (Hoffmann, 1994). Las transformaciones hechas al ecosistema y especialmente al recurso suelo hacen que la evaluación de impacto ambiental sea una opción importante y estratégica para los circuitos académicos, políticos, empresariales y comunidades de la región en aras de gestionar estrategias que mitiguen o minimicen los cambios, en el caso de que sean impactos negativos. Así mismo, de referencia para la elaboración de investigaciones futuras.

El planteamiento de una línea base que indique las condiciones biofísicas de la región donde se ubica la plantación de *pinus Kesiya* en la Finca El Tablón se convierte en una parte esencial para el desarrollo de la investigación. Esto en razón a que permite conocer los elementos del medio ambiente presentes, todos los atributos relevantes, su situación actual y grado de alteración que presenta. Los factores ambientales a considerar son “[...] *el agua, el suelo, el aire, los seres vivos, el clima, el paisaje... posibles de ser afectados antes de...*” (Dellavedova, 2011: 10). Esta línea base puede ser un buen indicador biológico del estado del ecosistema y biodiversidad actual y su posible modificación por la plantación forestal de *Pinus Kesiya* en dicha zona.

El análisis de las propiedades físico-químicas del suelo en la Finca El Tablón significa conocer los impactos sobre los ciclos bioquímicos causados por las actividades antropogénicas, en este caso, la conversión masiva de bosque o vegetación nativa a plantaciones de especies forestales exóticas, específicamente de pino. Según Ramos y García (2010), una de las alteraciones antrópicas más

comunes en Suramérica durante el último siglo ha sido el reemplazo de bosque nativo por la plantación extensiva de especies exóticas, como pino y eucalipto. Sin importar si estas plantaciones tengan un interés estético o maderero, las alteraciones físicas al componente *suelo* en plantaciones de pino son ampliamente documentadas. Por lo que las modificaciones sufridas por los ecosistemas andinos merecen especial atención, por cuanto podrían afectar ampliamente los procesos de ciclaje de nutrientes al alterar la diversidad de la fauna del suelo (Ramos y García, 2010).

La identificación de las comunidades de la zona y su percepción del impacto generado por la extracción maderera de pino es importante cuando desde la perspectiva de la *sociedad humana*, el medio ambiente es “[...] un sistema dinámico que abarca elementos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos y culturales que deben considerarse desde su interrelación” (Miró y Tulla, 1989). La elaboración de un diagnóstico ambiental durante el proceso de cosecha de las plantaciones de pino Kesiya implica reconocer el impacto que este genera al suelo en la forma de corte, amarre, arrastre y descortezado de la madera. Esto conlleva a la necesidad de conocer que actividad genera mayor impacto. El hecho de plantear estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación de los impactos generados al suelo es una forma de generación de propuestas eficientes y eficaces en pro de la prevención y/o corrección de posibles situaciones de impacto ambiental al suelo generado por las diferentes actividades de extracción de madera de pino.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental generado en el suelo por la extracción maderera en la Finca El Tablón, Municipio de Popayán, Departamento Del Cauca.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar una línea base de las condiciones biofísicas del sector.

- ✓ Evaluar las afectaciones en el suelo de la actividad productiva mediante pruebas químicas de análisis de suelo.

- ✓ Identificar las comunidades de la zona y su percepción del impacto generado por la actividad productiva.

- ✓ Elaborar un diagnóstico ambiental durante el proceso de cosecha.

- ✓ Formular estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación de los impactos generados.

CAPITULO 2 MARCO TORICO

2.1 MARCO TEÓRICO

El trabajo de investigación sobre impacto en el suelo por parte de las actividades de extracción de madera de pino Kesiya requiere de la consideración de aspectos teóricos que no solo dan significado e interpretación a la investigación sino que también sirve de base para investigaciones futuras.

Para Miranda (2016) y Dellavedova (2011), la *evaluación de impacto ambiental* es una herramienta de gestión importante que identifica, predice, interpreta y comunica el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente integrando el aspecto biótico, abiótico y socioeconómico en el ámbito territorial o local de una zona determinada. En uno de sus objetivos se menciona la importancia de conseguir el más amplio y beneficioso uso del medio ambiente desde la mitigación de los riesgos para la salud, la seguridad y la degradación ambiental (Miranda, 2016 y Dellavedova, 2016).

Martínez (2010) hace referencia a la *Evaluación de impacto ambiental* (EIA) como un conjunto de sistemas y procesos complejos que generan un comportamiento caracterizado por interacciones múltiples, relaciones de causalidad y circuitos de retroalimentación. Por lo que la construcción de una base teórica para la EIA debe considerar la variabilidad, el riesgo, la incertidumbre, y la complejidad en la caracterización, interpretación y manejo del cambio ambiental. Así mismo debe darse en el contexto de un modelo de desarrollo que propicie las condiciones que se requieren para su aplicación (Martínez, 2010).

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como herramienta de gestión tiene el propósito de proteger el medio ambiente mediante el establecimiento de un método de estudio y diagnóstico que identifique, prediga, interprete y comunique el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente. Los factores ambientales a tener en cuenta para comprender completamente el concepto de EIA son:

- ✓ El *Medio Ambiente* como entorno vital o conjunto de factores físico-naturales, socio-culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.
- ✓ *Factores ambientales* o componentes del medio ambiente que cumplen la función de recursos naturales los cuales son soportes para toda actividad humana.
- ✓ *Gestión Ambiental* o acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisiones en relación a la conservación, defensa, protección y mejora del Medio Ambiente, basándose en una coordinación multidisciplinaria y en la participación ciudadana. Una adecuada Gestión Ambiental permite prevenir conflictos ambientales en un futuro, corregir conflictos actuales en materia ambiental y revertir procesos existentes de deterioro ambiental (Dellavedova, 2011).

Dentro de los conceptos de la EIA se encuentran: *Impacto Ambiental* como la existencia de una acción o actividad (proyecto, programa, plan, ley o acción administrativa) que provoca una modificación favorable o desfavorable, al medio ambiente o alguno de sus componentes. El impacto de una acción sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado bajo la consideración de que el impacto no necesariamente puede ser negativo. El impacto generado en un sistema dependerá en gran medida de su calidad y fragilidad ambiental (Dellavedova, 2011).

La *Evaluación de Impacto Ambiental* (EIA) es una herramienta de gestión para la protección del medio ambiente. Esta también definida como el proceso de análisis que identifica relaciones causa-efecto, predice cuantitativa y cualitativamente, valora, interpreta y previene el impacto de acciones provenientes de la ejecución de una actividad humana específica que influye sobre el medio ambiente, salud

pública y ecología. En términos generales, la EIA es una herramienta imprescindible para atenuar efectos forzados por situaciones caracterizadas por la:

- ✓ Poca o nula sincronización entre el crecimiento de la población, el crecimiento de la infraestructura y los servicios básicos. (Dellavedova, 2011).
- ✓ Demanda creciente de espacios y servicios como consecuencia del crecimiento poblacional y crecimiento del nivel de vida. (Dellavedova, 2011).
- ✓ Degradación progresiva del medio natural por contaminación de recursos atmosféricos, hídricos, geológicos y paisajísticos; ruptura en el equilibrio ecológico por la extinción de especies vegetales y animales; residuos urbanos e industriales. Así como el deterioro y mala gestión del patrimonio histórico-cultural, entre otros (Dellavedova, 2011).

Dentro de los objetivos de la EIA se encuentra el de proteger los recursos naturales, la salud humana y la ecología aminorando el proceso degenerativo del deterioro ambiental. Además de canalizar la participación ciudadana, acrecentar la experiencia práctica y generar una mayor concientización de la problemática ecológica. Entre otros se encuentran el de:

- ✓ Identificar, prevenir y valorar los impactos ambientales de una acción proyectada.
- ✓ Identificar las medidas en relación a los impactos detectados, luego mitigar aquellos negativos y resaltar los positivos.
- ✓ Proponer alternativas al proyecto que permitan revertir y/o corregir los posibles procesos de deterioro ambiental.

- ✓ Enunciar los resultados a los responsables de la toma de decisiones, a los usuarios y al público en general.

La importancia de la EIA se basa en la toma de decisiones desde el criterio ambiental en la resolución de un problema. En este caso se resaltan los impactos positivos y se mitigan los negativos. Esto en razón a que:

- ✓ Reduce los costos y tiempo por ser una herramienta de planificación bajo la consideración de que los costos preventivos son menores que los costos correctivos.
- ✓ Facilita y respalda la toma de decisiones fundamentales pues es el resultado de decisiones equilibradas.
- ✓ Fomenta la participación de la sociedad pues la documentación resultante de la EIA debe ser fácilmente interpretada por la comunidad en todo su conjunto.

El método elegido para la elaboración de la EIA permite identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales sobre las acciones o actividades antrópicas. La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, además debe incluir una discusión sobre las relaciones causales (Dellavedova, 2011 y MinAmbiente (2010).

En él se pueden distinguir las *Matrices de Interacción* o *Listas de chequeo* y *Diagramas de Flujo*. Estos métodos sirven para elaborar un primer diagnóstico ambiental, organizar la información obtenida, comparar las diferentes alternativas e identificar las relaciones causales directas. La *Matriz de evaluación ponderativa* o *matriz de causa–efecto* a partir de la cual se logra predecir, ponderar, medir, manejar, interpretar y valorar el impacto de las acciones sobre el medio ambiente. El tipo de modelo más destacado es la Matriz de Leopold. Los criterios a considerar desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo son el carácter,

cobertura, magnitud, duración, resiliencia, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia (Dellavedova, 2011 y MinAmbiente (2010).

Matriz de causa-efecto (Matriz de Leopold): El método cualitativo sirve para valorar las distintas alternativas y consiste en un cuadro de doble entrada en donde las filas son los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas y su posible impacto. Para la elaboración de esta se tienen en cuenta, las acciones (columnas) y los factores ambientales (filas) afectados. Los criterios considerados son la magnitud o dimensión del impacto con una asignación de valores de 1 a 10, donde el número 10 corresponde a la máxima alteración provocada y el número 1 a la mínima (Cotán-Pinto, 2007; Soberanis, 2004).

Según CRC-CONIF (2004), las plantaciones forestales requieren para su normal desarrollo una adecuada selección de sitio teniendo en cuenta factores edafoclimáticos básicos como la topografía, profundidad efectiva, textura, drenaje, fertilidad; altitud, temperatura, precipitación y humedad relativa. El departamento del Cauca se favorece de su posición en la zona Andina porque tiene los pisos térmicos desde el cálido, el templado, el frío y paramuno, lo que ofrece grandes posibilidades en términos de diversificación de producción agrícola y, en general, de utilización del suelo (CRC-CONIF, 2004).

Debido a la gran diversidad de formaciones geológicas y a las diferentes clases de rocas que se encuentran en el departamento, sumados a las condiciones climáticas, topográficas y de material parental, se originan una gran variedad de suelos derivados de rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias y de cenizas volcánicas. De acuerdo con sus características fisiográficas del departamento, dentro de la distribución de los suelos por clases agrológicas aparece el suelo de la clase VI dedicados a la explotación forestal, en el que se observan erosión y relieves con pendientes fuertes (CRC-CONIF, 2004).

Requerimiento de suelo: Sobre los requerimientos de suelo del pino, este tipo de árboles son tolerantes en cuanto al material formador del suelo, pero su crecimiento óptimo se restringe significativamente en suelos con menos de 70 cm de profundidad, muy densos, mal drenados y sin adecuada aireación. En el caso de suelos arenosos con carencia de sustancia fina en el suelo, es decir, minerales de arcilla o sustancias húmicas limitará la cantidad de elementos nutritivos disponibles y la capacidad de retención de agua. No es posible esperar resultados satisfactorios en suelos muy alcalinos, muy ácidos y pobres en elementos nutritivos. Así mismo tolera un pH ligeramente ácido, texturas francas a arcillosas, derivados de cenizas volcánicas, sales a profundidad mayor a un metro y precipitación entre 1.000 y 3.000 mm al año (Schlatter, 1977 y CRC-CONIF, 2004).

Cosecha forestal: La cosecha forestal genera un mayor impacto sobre el suelo y agua en la forma de acciones como el volteo de árboles en pie y su preparación para el madereo. En primera instancia, se debe identificar y evaluar la técnica de cosecha más adecuada conforme a las condiciones del predio y características de la especie. El proceso de planificación debe ser preciso en la operación de corta: medición de las trozas, descortezado del tronco, las vías de saca y el transporte eficiente de los productos obtenidos del bosque plantado. En la definición de las herramientas y/o equipos de cosecha y extracción, se debe realizar una caracterización previa del terreno, en cuanto a pendiente, condiciones del suelo, fragilidad del terreno y las buenas condiciones de la maquinaria. Así como controlar las actividades por operadores forestales con experiencia y conocimientos en seguridad, técnicas de trabajo y efectos ambientales de la cosecha (CONAF, 1981).

2.2. BASES LEGALES

La normatividad en Colombia en cuanto al manejo, protección y conservación a los suelos y demás recursos naturales ha implementado diferentes leyes, decretos y

resoluciones con el fin de garantizar el uso adecuado al mismo y así contribuir con el desarrollo sostenible. La **Constitución política de Colombia en los artículos 79-80-95 hace referencia: Artículo 79:** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Capítulo VII: se dictan disposiciones del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra. Se establecen algunos criterios de administración tales como: Velar por la conservación de los suelos para prevenir y controlar, entre otros fenómenos, los de erosión, degradación, salinización o revenimiento. Promover la adopción de medidas preventivas sobre el uso de la tierra, concernientes a la conservación del suelo, de las aguas edáficas y de la humedad y a la regulación de los métodos de cultivo, de manejo de la vegetación y de la fauna. Coordinar los estudios, investigaciones y análisis de suelos para lograr su manejo racional. Controlar el uso de sustancias que puedan ocasionar contaminación de los suelos.

Resolución 0170 de 2009: por la cual se declara en Colombia el año 2009 como año de los suelos y el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos en el territorio nacional.

Decreto 2803 de 2010: Por el cual se reglamenta la Ley 1377 de 2010, sobre registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales, de plantaciones protectoras-productoras la movilización de productos forestales de transformación primaria y se dictan otras disposiciones. **Artículo 4:** Competencia del Registro. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que este delegue, es el competente para el registro de cultivos forestales o sistemas

agroforestales con fines comerciales que tengan una extensión mayor a diez hectáreas, las demás serán registradas ante las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Municipal (Umatas) o la entidad que haga sus veces, en cumplimiento de lo ordenado en el artículo 4° de la Ley 1377 de 2010.

Las plantaciones forestales con fines comerciales dentro del marco del Certificado de Incentivo Forestal de la Ley 139 de 1994 o de las normas que la sustituyan o modifiquen, deben registrarse ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que este delegue, independiente de su extensión, de conformidad con el numeral 4 del artículo 2° de la Ley 1377 de 2010.

El registro de las plantaciones forestales protectoras-productoras, previstas en el párrafo 3°, del artículo 4° de la Ley 1377 de 2010, financiadas con recursos del sector agropecuario, seguirán las pautas definidas en el presente Decreto para el registro de cultivos forestales y/o sistemas agroforestales comerciales.

Las plantaciones forestales protectoras- productoras y sistemas agroforestales financiados con recursos del Sistema Nacional Ambiental, SINA y/o personas naturales o jurídicas públicas y privadas con fines de protección o recuperación de recursos naturales renovables y/o prestación de servicios ecosistémicos, se registrarán ante las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. Las plantaciones forestales y/o sistemas agroforestales establecidos como medidas de compensación en razón del otorgamiento de aprovechamientos forestales únicos o en desarrollo de licencias ambientales, entre otros, deberán registrarse ante las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.

Política de Bosques: El ministerio de Medio Ambiente en conjunto con las entidades ambientales debe formular y poner en marcha estrategias para el control y vigilancia del aprovechamiento, movilización, almacenamiento y transformación de los productos del bosque (Ministerio de Ambiente, 2014).

Plan nacional de desarrollo forestal: El Plan Nacional de Desarrollo Forestal - PNDF- ofrece una visión estratégica de la gestión forestal nacional para los próximos 25 años, trascendiendo períodos de Gobierno al constituirse en una política de Estado.

2.3. ESTADO DEL ARTE

CRC- CONIF (2004), presentan la caracterización ambiental de la Cuenca Alta del río Cauca, abordando aspectos metodológicos y marco conceptual de los aspectos físico-bióticos, sociales y económicos. Además definen las diferentes zonas de desarrollo forestal, conservación, restauración y exclusión a plantaciones y a las actividades relacionadas con la ordenación y manejo de la cuenca. Así mismo, determinan los núcleos potenciales para desarrollar proyectos productivos, analizan la potencialidad forestal para el establecimiento de plantaciones forestales en el corto plazo y los conflictos, limitantes y afectaciones ambientales e implicaciones en el desarrollo socioeconómico de la región (CRC- CONIF, 2004).

Según IGAC (2009), el Departamento del Cauca se caracteriza por la complejidad en su relieve, en su variación climática, en los tipos de vegetación, en los organismos y en el material parental. Estos ejercen su influencia sobre los procesos físicos, químicos y biológicos, responsables no solo de la génesis y evolución de los suelos, sino del desarrollo de las características morfológicas de los mismos IGAC (2009).

Según Minambiente (2010), la caracterización de los medios biótico, abiótico y socioeconómico permite determinar las condiciones ambientales iniciales del área donde se desarrollará el proyecto. Por lo que dicha caracterización debe aportar información cualitativa y cuantitativa que pueda compararse en las diferentes etapas del proyecto y permita conocer las variaciones del medio ambiente al desarrollarse dicho proyecto (Minambiente, 2010).

El Plan de Ordenamiento Territorial-POT (1999) se convierte en una herramienta conceptual, técnica y metodológica importante en la investigación sobre impacto ambiental porque marca las pautas para el análisis, la planeación y las estrategias para mitigación del mismo (POT, 1999).

Según la FAO (2015) los bosques del mundo, entre sus muchas funciones, actúan como un importante depósito de carbono. Los bosques capturan 650.000 millones de toneladas de carbono, o casi un tercio del total de los ecosistemas terrestres. Los suelos forestales también guardan un volumen de carbono igual al de la biomasa forestal mundial, estos es, alrededor del 45 por ciento cada uno. Otro 10 por ciento se encuentra en la madera muerta y la hojarasca de los bosques. En total, los bosques almacenan tanto carbono como la atmósfera (FAO, 2015).

El bosque nativo está formado por especies autóctonas de la región, provenientes de generación natural, regeneración natural o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original y la presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar (CONAF, 2013).

Para Cordero (2011) un conjunto de árboles no compone un bosque cuando se trata de árboles plantados para obtener de ellos, madera, frutos u otros productos. Ese tipo de cultivo es una plantación agrícola o forestal el cual puede parecerse a un bosque por el hecho de ser un terreno cubierto de árboles (Cordero, 2011). Una plantación forestal es un tipo de bosque especial que comparado con los bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía solar, el agua y nutrientes del suelo. En estas condiciones, el ser humano puede controlar su genética, crecimiento, fertilidad, relaciones hídricas y en general, el desarrollo de esta (Richter y Calvo, 1995).

El pino Kesiya es un árbol extendido por el sur y el este desde las Colinas Khasi del noreste del estado hindú de Meghalaya hasta el norte de Tailandia, Birmania,

Laos, el extremo sur de China, Vietnam y Filipinas. Esta especie es cultivada en el resto del mundo incluyendo el sur de África y Suramérica. El árbol alcanza los 30 a 35 m de alto, su tronco es recto y cilíndrico, la corteza es gruesa de pardo oscuro, con profundas fisuras longitudinales, las ramas son robustas, pardo rojizo desde el segundo año, las ramillas son horizontales y caedizas. Las hojas son acículas, verde oscuro, normalmente 3 por fascículo, 15-20 cm de largo, la vaina del fascículo 1-2 cm de largo y persistente. Las escamas tienen crestas longitudinales y transversales cruzando el medio de la superficie de la escama. El *Pinus kesiya* normalmente crece mezclado con árboles de hoja ancha pero no forma bosques abiertos de pino (Wikipedia, 2017).

Ceppia (2004) se refiere a como los monocultivos de especies arbóreas, como prácticas agrícolas de grandes extensiones de terreno-, las cuales desde el punto de vista de mercadeo brindan una alta rentabilidad económica pero desde la óptica ecológica y ambiental provocan impactos ambientales agravantes del daño ambiental (Ceppia, 2004).

Miranda (2016) define el suelo como una parte natural de la superficie terrestre, producto de la disgregación de las rocas, por procesos físicos, químicos y biológicos. A través de las diferentes actividades antrópicas este recurso se ve afectado y para determinar su grado de afectación vale la pena realizar una evaluación de impacto ambiental (Miranda, 2016).

Para Rojas (2015), el análisis del suelo es una herramienta importante para evaluar y/o evitar problemas de desbalance de nutrientes en las plantas porque el suelo es la fuente de gran parte de ellos. El principal objetivo del análisis, es evaluar la capacidad del suelo para suministrarle nutrientes a la planta y con base en una apropiada interpretación, se pueden definir los niveles críticos y de toxicidad para cada elemento y para cada especie (Alvarado, 2007).

La materia orgánica (MO) referida a la fracción del suelo que incluye cantidad de restos orgánicos macro y microbióticos en estado de descomposición y cuya alteración da lugar al aumento en contenido de nutrientes del suelo los cuales favorecen el desarrollo de la microfauna edáfica y evitan la erosión del mismo (Garrido, 1994).

La disponibilidad de fósforo (P) en el suelo corresponde a una pequeña fracción del fosforo total contenido en el suelo. El óptimo rango de pH del suelo en el que se observa la máxima disponibilidad de fosforo se encuentra entre 6.5 y 7.5. En este rango ocurre la máxima solubilidad del fosforo orgánico del suelo (Rojas, 2009). Una parte importante del fosforo soluble en el suelo desaparece porque queda retenido en una base sólida que puede ser por las reacciones complejo Humus- aluminio porque el aluminio propiamente, forma quelatos sobre la superficie del humus que inmovilizan el P, característica propia de los suelos Andisoles (Rojas, 2009).

El nitrógeno (N) es un nutriente esencial para los seres vivos pues es uno de los macronutrientes principales de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y clorofila en los vegetales. La mayor parte del N del planeta Tierra se encuentra en las rocas ígneas de la corteza y el manto. Sin embargo, esa forma de N no está disponible para los seres vivos. Las principales fuentes de reserva de N para las plantas son la atmosfera y la materia orgánica (MOS). La primera concentración de N está en el aire en un 78% y la segunda concentración está en la materia orgánica del suelo (MOS) en un 98% formando compuestos orgánicos (Perdomo, Barbazán y Durán, 2001).

El 81 % de los suelos tropicales de América son ácidos y con alta concentración de aluminio soluble. En Colombia la superficie del suelo afectado por acidez con un pH inferior a 5,5, alcanza el 85 % del territorio nacional y se ubica en las cordilleras andinas, los valles interandinos de aluviones ácidos, la Orinoquía, la Amazonía y demás regiones caracterizadas por precipitaciones altas y frecuentes.

El porcentaje de saturación de aluminio es la relación porcentual entre la fracción de aluminio intercambiable del suelo y la capacidad de intercambio catiónica efectiva del suelo y es el mejor índice para diagnosticar la toxicidad de aluminio (Rivera, et al, 2016).

Salinas y Sánchez (1976) hacen referencia a la tolerancia de especies y variedades a una baja disponibilidad de fósforo en el suelo y a la utilización eficiente del mismo así como a la resistencia a altos niveles de aluminio. En el caso de suelos ácidos, las diferencias en tolerancia al aluminio entre especies o variedades parece estar positivamente correlacionada con diferencias en tasas de translocación de fósforo en presencia de aluminio. Luego, existe la posibilidad de tolerancia a ambos, alto aluminio y bajo fósforo (Salinas y Sánchez, 1976).

Para Frank y Finckh (1997) desde una perspectiva de sustentabilidad a largo plazo de los monocultivos forestales, se cuestiona ésta por el impacto generado sobre los suelos y la reducción de la fertilidad del mismo porque en plantaciones forestales se observa una notable tendencia al empobrecimiento de bases en comparación con el bosque nativo. Así mismo, las condiciones ecológicas de dichas plantaciones excluyen totalmente el desarrollo de las especies de plantas nativas y no contribuyen a la conservación de la biodiversidad del bosque nativo (Frank y Finckh, 1997).

El trabajo de Gayoso e Iroume (1995) presentan su posición frente a los principales impactos ambientales que generan los proyectos de plantaciones de pino sobre el medio ambiente físico y proponen algunas medidas para su mitigación. Según los autores, las acciones con mayor impacto sobre el medio ambiente físico son la preparación de sitios para la plantación, la construcción de caminos y el maderío terrestre que incluye el arrastre de trozas y el desplazamiento de las máquinas. Los impactos mayores sobre el componente ambiental hidrológico son la alteración del balance hídrico, como consecuencia de la modificación de los niveles de interceptación, evapotranspiración y escorrentía y la calidad fisicoquímica de las aguas (Gayoso y Iroume, 1995).

Para Schlatter (1977), el suelo juega un rol fundamental en el manejo de plantaciones forestales por lo que se le debe dar una importancia sin precedentes. Para este caso, las causas de pérdida de fertilidad del suelo depende de las condiciones inherentes de sitio (ej. erosión, balance nutritivo del suelo), de causas directas de la explotación de los bosques (madera y corteza), medidas provenientes del manejo (empleo de fuego, períodos extensos entre corta y reforestación) entre otros. Por lo que deben tomarse en cuenta las condiciones naturales del sitio, los efectos de los diferentes métodos silvícolas y de utilización a fin de minimizar las pérdidas y por ende la necesidad de inversiones futuras que afecten la productividad y el balance económico del manejo de la plantación (Schlatter, 1977).

Para autores como Urrego (2009), existen varios factores para hacer de las coníferas una especie idónea para la conservación pues ayudan a disminuir la presión sobre los bosques nativos y se convierten en un elemento indispensable en la lucha contra la degradación del suelo. Además de que son especies con mucho potencial para satisfacer buena parte de las necesidades que satisfacen los bosques naturales. Por lo tanto las “[...] coníferas plantadas comercialmente distan mucho de ser enemigo público número uno del medio ambiente” (Urrego, 2009).

CONAF (2013), hace referencia a las Buenas Prácticas Forestales (BPF) fundamentadas y desarrolladas a partir de un conjunto de acciones y recomendaciones para los pequeños y medianos propietarios forestales o a través de operadores forestales acreditados. Esto en aras de mantener y mejorar la sustentabilidad de los bosques y su uso. Para CONAF (2013) la contribución de BPF es el aseguramiento del uso de los recursos naturales bajo la adopción de sistemas de gestión ambiental y basada en prescripciones, procedimientos, conceptos y guías de trabajo estandarizados aplicables al recurso forestal CONAF (2013).

Sus límites son: al Norte con el Corregimiento de El Charco, al Sur y Occidente con el Corregimiento de La Yunga y La Meseta. La cabecera del corregimiento corresponde al Caserío el Tablón conformado por la vereda del mismo nombre (POT, 1999; figura 1). La Finca *El Tablón* con 160.6 Ha de extensión se encuentra a una altura entre 1.600 a 1.650 m.s.n.m. Desde el punto de vista topográfico es una zona montañosa con una pendiente cercana a los 30° siendo el terreno susceptible a la generación de procesos erosivos. En esta finca se encuentra un monocultivo de Pino *kesiya* que cubre el 27% de su área destinado a la comercialización y otras actividades. Para el periodo de estudio (año 2016), el cultivo de *pino no cosechado* cuenta con una edad aproximada de 26 años (Smurfit Kappa-Conasfor, 2016) y el *pino cosechado* cuenta con un tiempo de cosecha de tres (3) meses aproximadamente.



Figura 2. Localización Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de la ubicación y aprovechamiento de las plantaciones forestales de pino ubicadas en la finca se observan lotes de aserrío, zonas de pino cosechado, puntos de muestreo, aguas (quebradas y laguna), bosque natural (vegetación nativa), cárcavas, superficies plantadas de pino, vías forestales

transitables y no transitables para el acceso a los puntos de recolección de madera (Figura 2). El conjunto principal de aguas que rodean y surcan la finca se encuentra el Rio Cauca, Quebrada La Chorrera, Loma Alta y El Arenal.

3.1.1 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y QUÍMICA

La caracterización de las condiciones biofísicas del Corregimiento el Tablón Municipio de Popayán, se considera importante desde la perspectiva de que los ecosistemas y especies nativas y exóticas en lo relacionado a flora y fauna cumplen una función ecológica importante en el lugar de investigación.

3.1.2 Clasificación climática

El territorio del corregimiento corresponde en la clasificación ecológica de L. R. Holdridge (1979) a la zona de vida denominada bosque húmedo PreMontano (bh-PM) la cual se ubica en el piso bioclimático Subandino entre los 1.200 y 2.200 m.s.n.m. El clima es medio húmedo con precipitaciones de 2.000 a 4.000 mm y temperatura promedio anual entre 18 y 24 °C. La Meseta de Popayán presenta cinco diferentes tipos de clima, dentro de los cuales se destaca el clima Templado Húmedo con un 85.2% del área total, la cual se caracteriza por presentar una elevación promedio de 1.600 m.s.n.m, una precipitación media multianual de 2070 mm y una temperatura media de 17°C (POT, 1999, p. 96).

3.1.3 Geología

El área de estudio se ubica en el Sur Occidente de Colombia, específicamente en la región noroccidental y suroccidental del Municipio de Popayán donde se encuentran los corregimientos La Yunga, El Tablón y El Charco respectivamente. Desde el punto de vista geomorfológico esta zona pertenece a la Asociación Dominguito (Typic Dys trandept) DI, la cual se caracteriza por la existencia de posiciones de altiplanicie, lomerío, montaña y piedemonte particularmente de

relieve plano y quebrado con pendientes medias, largas e irregulares entre 25, 50 y 75%. De acuerdo a los depósitos recientes principalmente de origen volcánico-sedimentario (Periodo Cuaternario) la zona se hace parte de Miembro Palacé (Qppa) de formación a partir de arcillas, arenas, dacitas, filitas, anfibolitas, metabasaltos, esquistos y cenizas volcánicas que recubrieron parcialmente y en capas delgadas a los materiales primarios (POT, 1999 e IGAC, 2009; Malagón, 2003).

3.1.4 Suelos

Estos suelos se caracterizan por ser superficiales, profundos, de buen drenaje, de texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas sobre arenas. Sus colores dominantes en dicha profundidad son el amarillo parduzco y pardo fuerte con textura franco-arcillo-arenoso y arcillosa con presencia de altos contenidos de carbón orgánico en los primeros 80 metros. Estos suelos derivados de cenizas volcánicas les confiere propiedades como la baja densidad aparente, cohesión débil, alta retención de humedad, dificultad para mineralizar la materia orgánica, gran capacidad catiónica de cambio, alto contenido de aluminio, fuerte acidez y capacidad de retención aniónica. La presencia de alta saturación de aluminio intercambiable (mayor del 75%) les confiere extrema acidez con la consiguiente baja fertilidad (POT, 1999 e IGAC, 2009).

Además son susceptibles a la remoción en masa principalmente por la baja cohesión del material profundo dadas las condiciones de: relieve, condiciones climáticas (vendavales y granizadas), erosión por escurrimiento superficial, actividad minera relacionada principalmente por la explotación de arcillas y arena (Vereda La Yunga, El Tablón y El Charco) entre otros factores que han propiciado el deterioro de esta zona (POT, 1999: 204 y CRC-CONIF, 1994). El uso predominante de los suelos de esta zona está dado por la actividad agrícola en lo relacionado a cultivos de café sin sombra, café con sombrero, plátano, guamo, maíz, frijol, yuca, piña, caña panelera, pastos naturales enmalezados con

ganadería extensiva, plantaciones forestales cultivadas con fines comerciales principalmente pinos y eucaliptos, así como pequeñas áreas con vegetación nativa y gran parte de la cobertura en situación de rastrojo. Así mismo se encuentran áreas de suelo descubierto casi desprovistas de vegetación (POT, 1999).

3.1.5 Hidrología

El territorio del corregimiento El Tablón forma parte de la cuenca del Río Cauca y Río Hondo siendo su principal quebrada El Arenal. En el caso de río Hondo, éste es uno de los más intervenidos para la extracción de materiales de arrastre como las gravas y arenas (POT, 1999: 96).

3.1.6 Vegetación

En la zona de vegetación de Bosque Húmedo Premontano, el cual predomina en el área de investigación se muestra un panorama vegetal bastante destruido, con áreas erosionadas o pobladas solamente con una pequeña cubierta herbácea y de rastrojo. En algunas zonas ligeramente planas aproximadamente a 1.000 m.s.n.m., en suelos pobres y erosionados crecen algunos grupos de piñuelas (*Bromelia pinguin*), chapalote o frijolillo (*Dioclea sericea*), mortiños (*Miconia albicans* y *Miconia rubiginosa*), mosquero (*Croton sp.*), damiana (*Turmerica Ulmifolia*), tetilla (*Solanum mammosum*), zarras (*Mimosa sp.*), escoba (*Waltheria indica*) y venturosas (*Lantana sp.*). Entre los árboles que se encuentran está: el carbonero (*Calliandra sp.*), drago (*Croton sp.*), guamo (*Inga sp.*), gualanday (*Jacaranda caucana*) nacedero (*Trichantera gigantea*) (CRC-CONIF, 2004). Las áreas productoras de la Meseta de Popayán se han destinado al aprovechamiento forestal de extracción industrial básicamente conformados por especies como el pino (*Pinus Oocarpa*), (*Pinus kesiya*), (*Pinus pátula*), (*Pinus maximinoi*) y eucalipto (*Eucaliptus grandis*) (CRC, 2006).

3.1.7 Fauna.

La fauna presente en la Meseta de Popayán está compuesta por 1.520 individuos de peces distribuidos en 11 especies, pertenecientes a las familias *Characidae*, *Bryconinae*, *Lebiasinidae*, *Trichomycteridae*, *Astroblepidae*, *Hypostominae*, *Rivulidae*, *Poeciliidae* y *Cichidaecuatro*; 638 individuos de anfibios distribuidos en cuatro especies *Bufo marinus* (Linnaeus, 1758), *Colostethus fraterdanieli* (Silverstone, 1971), *Dendropsophus columbianus* (Boettger, 1892) y *Leptodactylus colombiensis* (Heyer, 1994) y cuatro familias *Bufo*, *Dendrobatidae*, *Hylidae* y *Leptodactylidae*. En el caso de las aves se encontraron 3.692 individuos, pertenecientes a 169 especies, las cuales están distribuidas en 42 familias. Las familias más representativas son *Tyranidae* (11.83%), *Thraupidae* (8.28%) y *Emberizidae* (7.69%). Las seis especies de mamíferos *Didelphidae* *Chironectes minimus*, *Leporidae*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Phyllostomidae*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus* *Canidae*, *Cerdocyon thous*, *Lontra longicaudis*. También se registran cinco especies y dos géneros de reptiles como *Gymnophthalmidae* *Cercosaura vertebralis*, *Polychrotidae*, *Anolis sp*, *Colubridae* *Clelia equatoriana*, *Lampropeltis triangulum andesiana*, *Dipsas sp*. *Viperidae*, *Bothriechis schlegelii*, *Bothrops asper* (CRC, 2006).

3.1.8 Método de muestra compuesta

En lo relacionado al estado del suelo en la Finca El Tablón, el predio fue distribuido en tres partes, las cuales correspondieron a suelos con *plantaciones de pino no cosechado* con una edad aproximada de 26 años, suelos con *plantaciones de pino cosechado* unos tres meses antes del estudio, y una muestra que se obtuvo de la secretaria de agricultura de un suelo con *cobertura vegetal nativa* sin intervención humana tomada en el año 2010. En el proceso de toma de muestras para su respectivo análisis físico-químico, se utilizó el método de *muestra compuesta*, la cual consistió en: a) caminar el terreno en zigzag, b) tomar 16

muestras sencillas y C) depositar las muestras en un balde para su posterior homogenización. Esto se realiza con ayuda de un barreno a una profundidad de 0-30 cm y a una distancia entre puntos de 10 metros. Finalmente se extraen un mil (1.000) gramos de la mezcla, siendo esta conservada en bolsas Ziploc para evitar contaminación, luego se rotula y se procede a enviarlos al laboratorio de análisis de suelos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento del Cauca con el fin de realizar un análisis granulométrico y de fertilidad del suelo (Cotán-Pinto, 2007; Soberanis, 2004).

A partir de lo anterior se realiza el análisis de los resultados y la posterior caracterización físico química del mismo con la determinación de textura del suelo, pH, contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total (N_t), fósforo (P), calcio (Ca) y saturación de aluminio (Al^{3+}).

La búsqueda de información secundaria como apoyo al trabajo de investigación se sustenta en la revisión de literatura relacionada con el tema, la cual comprende la identificación, selección y análisis escrito de la bibliografía disponible en las bases de datos electrónicas. Adicionalmente, se tienen en cuenta documentos oficiales de instituciones como la Alcaldía Municipal de Popayán e Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Para la definición de la *línea base de las condiciones biofísicas del sector* se recopila la cartografía disponible del área a escala 1:10.000, la cual se convierte en una base importante en lo referente al diagnóstico del área de influencia, en este caso, la ubicación de zonas plantadas de pino, transformación primaria de la madera, vías forestales existentes y vegetación nativa de la zona (Smurfit Kappa, 2016).

3.1.9 PERCEPCIÓN COMUNITARIA DEL IMPACTO GENERADO POR LA EXTRACCIÓN DE PINO KESIYA.

3.1.10 Encuestas

Se realizaron encuestas a trabajadores de la finca El Tablón así como a integrantes de las familias aledañas al sector con el fin de determinar el grado de conocimiento con relación a los impactos generados por la actividad maderera. Las encuestas son de tipo personal o “*cara a cara*” con los encuestados en sus lugares de trabajo. Los tipos de pregunta según la contestación fueron *dicotómicas* en las cuales se admite como respuesta Si o No, de *selección múltiple* en donde se escogen varias respuestas dentro de una serie de respuestas y abiertas en las que el entrevistado puede responder lo que considere conveniente. Las conversaciones abiertas o no estructuradas se utilizaron básicamente para obtener información no suministrada por las encuestas, en la mayoría de los casos, buscando la flexibilidad e intensidad necesarias en los temas tratados (Hernández, Fernández y Baptista, 1991).

3.1.10 Diagnóstico ambiental del proceso de cosecha de pino Kesiya

Para realizar el diagnóstico ambiental del proceso de cosecha de pino Kesiya en el Corregimiento el Tablón se hizo uso de la matriz cualitativa de impacto ambiental Leopold o interacción Causa y Efecto para identificar la relación entre los diferentes procesos y actividades del hombre con el medio ambiente, esto con el fin de tomar las medidas necesarias para prevenir, controlar, eliminar o mitigar los impactos negativos identificados (Cotán-Pinto, 2007; Soberanis, 2004).

Para este caso, la matriz Leopold intenta medir las alteraciones generadas en el recurso suelo, paisaje y aspecto socioeconómico por parte de las acciones realizadas en la Comunidad del Tablón Popayán con la extracción de madera de *Pino Kesiya*. Para la elaboración de esta se tuvieron en cuenta las acciones

(columnas) llevadas a cabo y los factores ambientales (filas) afectados. Esto desde la consideración de criterios como *magnitud* o dimensión del impacto con una asignación de valores de 1 a 10, donde el número 10 corresponde a la máxima alteración provocada y el número 1 a la mínima. A partir de los resultados obtenidos en la matriz de Leopold se crean estrategias para la mitigación, corrección y compensación de los impactos generados al medio ambiente por la extracción maderera (Cotán-Pinto, 2007; Soberanis, 2004).

3.1.11 Estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación de los impactos generados.

La identificación de impacto ambiental ocasionado por la extracción de madera de pino en la Finca El Tablón exhorta al establecimiento de una serie de estrategias de corrección, mitigación, prevención o control de las afectaciones al suelo y condiciones biofísicas del lugar de estudio. Lo anterior, por la importancia y relación existentes entre la actividad de fauna, flora y microorganismos del suelo y las actividades antrópicas del hombre.

4 CAPITULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Granulometría y fertilidad del suelo

La textura de suelo está referida a la constitución del suelo por partículas de diferente tamaño de las cuales se han establecido muchas clasificaciones pero las más aceptadas son: *grava, arena, limo y arcilla*. La textura *franca* contiene menos del 25% de arcilla, se trata de los suelos más adecuados para la práctica de la agricultura, ella agrupa varias composiciones entre un extremo y otro, según contenga más o menos arena, arcilla o limo (Garay y Ochoa, 2010).

La textura es *arcillosa* cuando el contenido de arcilla es superior al 25% y la textura arenosa contiene menos del 15% de arcilla. La característica principal de

este tipo de textura es su gran porosidad, cuyo efecto inmediato es la percolación, es decir, la filtración de las aguas de lluvia o riego hasta la capa freática (capa impermeable en que el agua se acumula y no profundiza más). Otra característica es su poca fertilidad debido a que la solución del suelo lleva consigo los nutrientes disueltos, impidiendo que las raíces puedan asimilarlos (Garay y Ochoa, 2010).

En nueve (9) puntos de muestreo seleccionados en el suelo de la Finca El Tablón se tomó una muestra a 30 cm de profundidad. La caracterización físico química del mismo se realizó con la determinación de textura, acidez activa del suelo (pH), contenido de materia orgánica del suelo (MOS), nitrógeno total, fósforo (P), calcio (Ca), y saturación de aluminio (Al^{+3}). La textura del suelo, en los nueve (9) puntos de muestreo, hay predominio de suelos arcillo arenoso, sin embargo se presentan suelos franco arcillo arenoso, franco arcilloso y franco arenoso (Tabla 1).

Tabla 1. Textura del suelo en zonas de la Finca El Tablón

| Área | Composición granulométrica (%) | | | Muestra | Textura |
|---|--------------------------------|------|---------|----------------|---------------------------|
| | Arena | Limo | Arcilla | | |
| Suelo con plantación de pino no cosechado | - | - | - | M ₁ | Arcillo arenoso |
| | - | - | - | M ₂ | Arcillo arenoso |
| | - | - | - | M ₃ | Franco arcillo arenoso |
| | - | - | - | M ₄ | Franco arenoso |
| Suelo con plantación de pino cosechado | - | - | - | M ₁ | Arcillo arenoso |
| | - | - | - | M ₂ | Franco arcilloso |
| | - | - | - | M ₃ | Arcillo arenoso |
| | - | - | - | M ₄ | Arcillo arenoso |
| Vegetación Nativa | - | - | - | M ₁ | Franco arenoso |

El primer tipo de suelo (arcillo arenoso) indica la buena porción de arenas y arcillas, son entre sueltos y fuertes, con permeabilidad y retención media al agua, media aireación y retención de nutrientes (Carrasco y Ortiz, 2011). El segundo tipo de suelo (franco arcillo arenoso) con un 15% - 25% de arcilla más del 55% de arena y menos del 25% de limo. El tercer tipo de suelo (franco arcilloso) con un 20% - 45% de limo y 15% - 25% de arcilla y el cuarto tipo (franco arenoso) con 15% de arcilla, 15 al 35% entre limo y arcilla y menos del 45% de arena fina (Garay y Ochoa, 2010).

Según CRC-CONIF (2004) desde el punto de vista químico, gran parte de los suelos del Departamento del Cauca son fuertemente ácidos, presentan materia orgánica (MOS) de medio a alto contenido, alta capacidad de intercambio de cationes, altos contenidos de potasio, contenido medio de calcio y magnesio, así como bajos contenidos de fósforo y nitrógeno. Desde el punto de vista físico, son suelos bien estructurados, especialmente en bloques prismáticos y columnares a medida que aumenta la profundidad, con buena conductividad hidráulica y sin limitantes severos a la profundidad radicular (CRC-CONIF, 2004).

El predominio de la clase textural arenosa de por lo menos el 30% de la tierra fina (IGAC, 2009) junto a la fracción arcilla hace referencia a una propiedad Ándica del suelo (Echeverry, et al, 2014: 7341) de la Finca El Tablón en la que cenizas volcánicas depositadas en algunos sectores no recubrieron totalmente el material subyacente y se perdió por efectos erosivos, por tal razón en algunos sitios emergen las arcillas, las arenas y los conglomerados, los cuales continúan su proceso de degradación (POT, 1999). Esto significa que tanto la vegetación nativa como las plantaciones de pino crecen en suelos con estas características.

4.1.1 Acidez activa del suelo (pH_{H2O})

Al observar la reacción del suelo de la Finca El Tablón en lo relacionado a la acidez activa, el pH promedio en una relación 1:2,5 (relación suelo agua) presenta un valor promedio entre el 4.9 y 5.2 (suelo fuertemente ácido) (Anexo 5). El suelo con plantación de pino no cosechado con un valor promedio en pH de 4.9, el suelo con plantación de pino cosechado con valor promedio en pH de 5.1 y el suelo de bosque nativo con un valor promedio en pH de 5.2 respectivamente (Tabla 2), lo que significa que estos suelos son de predominancia de fuerte acidez sin diferencia significativa entre los tres casos.

Tabla 2. Acidez activa - pH_{H2O} del suelo

| Tipo de muestras | Pruebas | pH _{H2O} |
|--|-----------------|-------------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 4,8 |
| | 2 | 4,7 |
| | 3 | 4,9 |
| | 4 | 5,4 |
| | Promedio | 4,9 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 4,9 |
| | 2 | 5,1 |
| | 3 | 5 |
| | 4 | 5,3 |
| | Promedio | 5,1 |
| Suelo de bosque nativo | 1 | 5.2 |

La fuerte acidez tiene implicaciones importantes como el hecho de limitar el crecimiento de las plantas dada una combinación de factores, entre ellos, la baja disponibilidad o empobrecimiento de nutrientes esenciales. Esto en la forma de pérdida de cationes alcalinos y alcalinotérreos como el K⁺, Na⁺, Ca⁺², Mg⁺², P e incremento de los cationes metálicos como Al⁺³, Fe⁺³ y Mn⁺⁴ (Rivera et al, 2016 y Rojas 2015). Los resultados obtenidos pueden explicarse en principio por las características morfológicas de la zona con contenido de suelos derivados de cenizas volcánicas cuyas propiedades son la fuerte acidez y alto contenido de aluminio IGAC (2009). La mayor acidificación en suelos con plantación de pino cosechado y no cosechado puede explicarse desde la absorción de nutrientes por parte de la actividad radicular de los pinos pues “[...] todas las plantas nativas o exóticas, agrícolas o forestales extraen del suelo cationes básicos como Ca⁺⁺, K⁺ y Mg⁺⁺ para ser empleados en la producción de biomasa” (Urrego, 2009: 7).

En el caso del suelo con vegetación nativa, la causa de acidez puede resultar de la acumulación de materia orgánica sobre la superficie de suelo mineral en suelos arcillosos. La descomposición de MO forma ácidos orgánicos (COOH) que al desplazarse liberan H⁺ y este reemplaza los cationes básicos Ca⁺⁺, K⁺ y Mg⁺⁺ en suelos arcillosos (Urrego, 2009). Estas razones pueden dar luces sobre las

situaciones de acidez de los suelos de la zona pues el hecho de que no haya diferencia significativa en el comportamiento de las muestras (Véase, figura 3) se puede sustentar en la edad de los arboles porque las plantaciones tienen una edad aproximada de 26 años. Esto significaría que a pesar del tiempo transcurrido no necesariamente se ha incrementado la acidificación si se compara con la prueba hecha al suelo con bosque nativo de la zona.

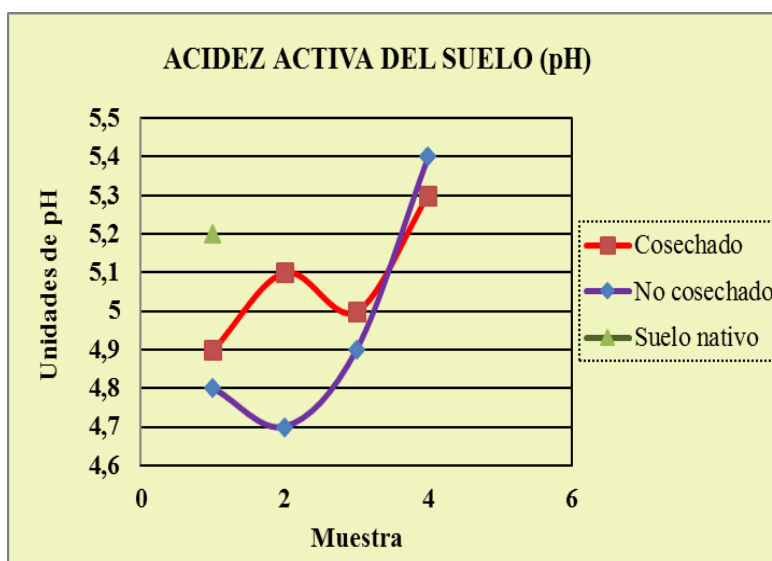


Figura 3. Nivel de pH en el suelo de la Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Contenido de materia orgánica de suelo (MOS) en el suelo de la Finca El Tablón

Al observar los resultados del contenido de Carbono orgánico oxidable (materia orgánica) presentes en los predios de la Finca el Tablón, el *suelo con plantación de pino no cosechado* presenta un valor promedio de 4.64 %, el *suelo con plantación de pino cosechado* un valor promedio de 3.30 % y el *suelo con vegetación nativa* un valor aproximado al 10 %. Esto significa, según la metodología propuesta por Walkley & Black (1934) que el nivel de materia orgánica en todas las muestras de suelo de la zona de estudio se encuentra en un rango *alto* (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de materia orgánica (MO) Finca El Tablón

| Tipo de muestras | Pruebas | Materia orgánica (M.O) % |
|--|-----------------|--------------------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 2,57 |
| | 2 | 1,90 |
| | 3 | 5,86 |
| | 4 | 8,23 |
| | Promedio | 4,64 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 2,64 |
| | 2 | 4,88 |
| | 3 | 2,91 |
| | 4 | 2,80 |
| | Promedio | 3,30 |
| Suelo de bosque nativo | 1 | 10,0 |

El resultado de alto contenido de materia orgánica en el *suelo con vegetación nativa*, resalta el papel preponderante que ejerce tal vegetación en la composición del mismo a través del suministro de materia orgánica y de la translocación de elementos de las capas superiores a las inferiores (Figura 4). Los restos de hojas, tallos y frutos que caen sobre el suelo, hace que los organismos ejerzan una acción de descomposición, cuyos elementos ingresan a los horizontes superiores por la acción del agua, estableciendo así una translocación permanentemente de las sustancias orgánicas y minerales que tienden a mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo vegetal. Aunado a ello, se encuentra la interacción de variables como la temperatura media, las precipitaciones, la textura del horizonte superficial y el contenido de ceniza volcánica como explicativo de una buena composición de materia orgánica (IGAC, 2009: 405) que comparada con los suelos con plantación forestal es mucho mayor. Para Broquen, Girardin y Frugoni (1995), el aporte sucesivo de cenizas volcánicas en el tiempo genera un enriquecimiento y rejuvenecimiento del suelo y aportan minerales livianos cuyo grado de alteración es bajo (Broquen, Girardin y Frugoni, 1995). En cuanto a otras características de estos suelos, los suelos bajo bosque húmedo (régimen hídrico údico) presentan los porcentajes más altos de materia orgánica abarcando un

rango en los primeros horizontes de 6.0% y 11% aproximadamente (Gayoso y Iroume, 1995: 70).

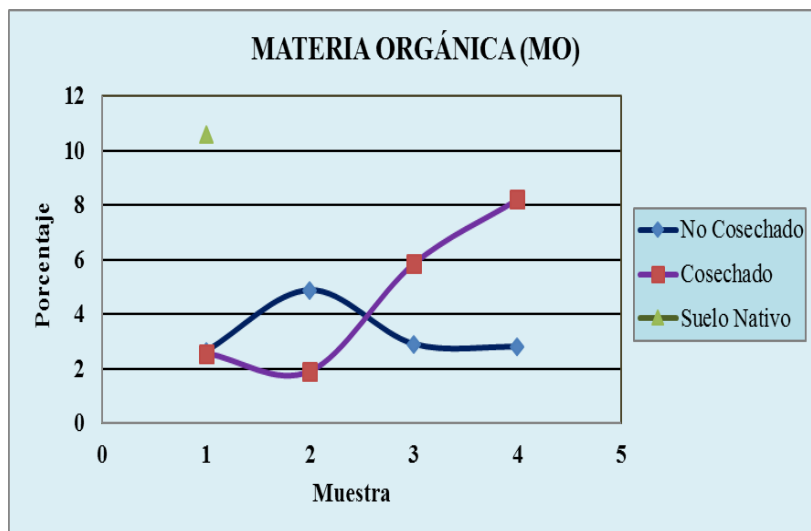


Figura 4. Comportamiento materia orgánica suelo Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado a la variación de los contenidos de materia orgánica de los suelos con *plantación de pino no cosechado* comparado con el *suelo con vegetación nativa* puede explicarse desde la visión de Schlatter y Otero (1995) por ausencia de calcio (Ca) y la existencia de efectos de la composición orgánica de los tejidos de pino donde una mayor proporción de tales compuestos, como la resina, inhiben en cierta forma, la actividad de la fauna edáfica. Esto tiene consecuencias en el producto formado en la descomposición, cuyo efecto influye en el pH del suelo (Schlatter y Otero, 1995). En el caso de los suelos con *plantación de pino cosechado* uno de los cambios en las propiedades físicas del suelo se puede dar por las técnicas de cosecha al requerirse maquinaria pesada y la aparición de erosión en el proceso de extracción maderera (Gayoso e Iroume, 1995). Esto puede explicar la diferencia en los resultados entre MO de suelo con vegetación nativa y MO de suelo con plantación forestal.

4.1.3 Contenido de calcio (Ca) en el suelo de la Finca El Tablón

Al realizar el análisis de los resultados de la concentración de calcio en La Finca el Tablón, el valor encontrado en suelos con *plantación de pino no cosechado* es de 1.39 meq/100g, en el suelo con *plantación de pino cosechado* de 1.37 meq/100g y en el suelo con vegetación nativa de 2.2 meq/100g (Tabla 4) esto implica una concentración de calcio *muy baja* (Pavón, 2003).

Tabla 4. Nivel de Calcio en el suelo de la finca El Tablón

| Tipo de muestras | Pruebas | Ca (meq/100g) |
|--|-----------------|------------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 1,44 |
| | 2 | 1,21 |
| | 3 | 1,41 |
| | 4 | 1,50 |
| | Promedio | 1,39 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 1,35 |
| | 2 | 1,40 |
| | 3 | 1,42 |
| | 4 | 1,34 |
| | Promedio | 1,37 |
| Suelo con bosque nativo | 1 | 2,2 |

Una razón que justifica la escasez de este nutriente en el suelo es la posición geomorfológica con material parental del suelo compuesto por cenizas volcánicas, de fuerte acidez y alta saturación de aluminio y en menor grado de severidad, bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo (IGAC, 2009). En los tres casos de estudio se observa un predominio de valores bajos y si bien es cierto que dentro del complejo de bases intercambiables el calcio es el catión más abundante, dichos valores fueron siempre bajos (Figura 5). Lo observado es congruente con los valores bajos de pH y las altas saturaciones de Al. El valor promedio cercano < del 3.5 meq/100 de saturación de Ca en los suelos de la Finca El Tablón indica una baja fertilidad en la región (Pavón, 2003).

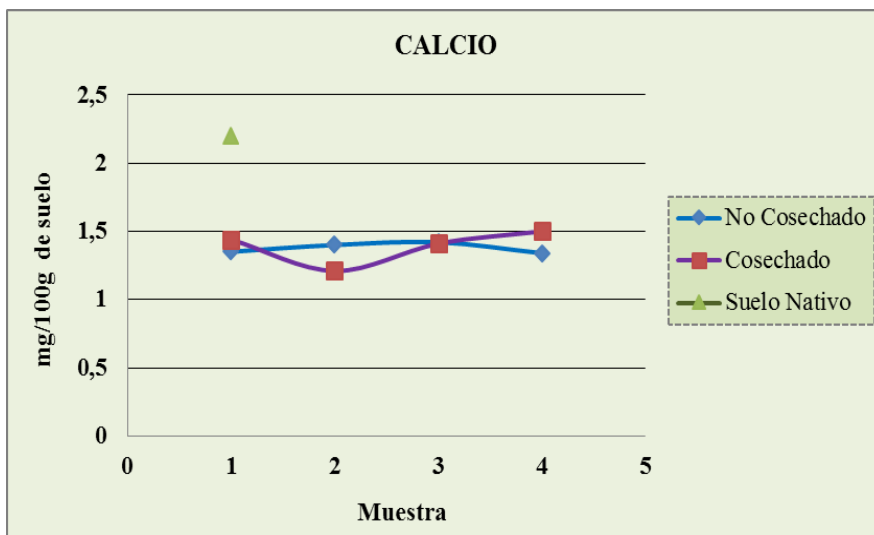


Figura 5. Comportamiento del Calcio en el suelo Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la plantación de pino cosechado es posible que en el momento de corte las concentraciones de calcio (Ca) hayan sido mayores en el tronco del árbol. Según Lundgreen (1980) citado por De Camino y Budowsky, 1998 un estudio demuestra que al sacar la madera de plantación de pino en la cosecha final de la primera rotación, el calcio bajaba a niveles críticos aun cuando se dejaba la corteza de los troncos en el bosque, lógicamente había altas cantidades de calcio en el tronco en comparación con las reservas del suelo (De Camino y Budowsky, 1998). Esto puede justificar el hecho de que los suelos *con plantación de pino no cosechado*, el nivel promedio de calcio sea mayor si se compara con *plantación de pino cosechado*. La diferencia entre las muestras indicaría que en los diferentes puntos de la zona hay diferentes concentraciones de calcio.

La presencia en el suelo con vegetación nativa, de mayor contenido de calcio comparado con el de plantación de pino, está relacionado por las características propias de tal vegetación “[...] con mayor diversidad de especies componentes de la fauna del suelo” (Schlatter y Otero, 1995: 45). Para Schlatter y Otero (1995), el nivel de calcio y la relación carbono nitrógeno (C/N) son factores determinantes en la descomposición de los desechos orgánicos, por ello puede inferirse que éstos

son causantes importantes de la mayor dinámica en suelo con vegetación nativa (Schlatter y Otero, 1995).

4.1.4 Contenido de fósforo (P) en el suelo de la Finca El Tablón

Al observar los resultados del contenido de Fósforo (P) presentes en los predios de la Finca el Tablón, el suelo *con especie forestal no cosechada* presenta un valor promedio de 2.13 ppm, el *suelo cosechado* presenta un valor promedio de 2.25 ppm y el suelo de *vegetación nativa* con un valor de 4.4 ppm (Tabla 5). Esto significa, según la interpretación de resultados de laboratorio que el contenido de este elemento en el suelo es *bajo* por estar por debajo del rango ≤ 5 (Método Olsen) (Bernier, 1999). Los resultados si bien no pueden generalizarse coinciden con los citados en la literatura, dado que el suelo de esta zona es generalmente ácido se relaciona con el hecho de tener pH bajo y de poca disponibilidad de nutrientes como el calcio, fósforo, magnesio y potasio (IGAC, 2009).

Tabla 5. Nivel de fósforo en el suelo de la Finca El Tablón.

| Tipo de muestras | Pruebas | P (ppm) |
|--|-----------------|-------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 2,1 |
| | 2 | 1,8 |
| | 3 | 2,4 |
| | 4 | 2,2 |
| | Promedio | 2,13 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 2,0 |
| | 2 | 2,0 |
| | 3 | 2,5 |
| | 4 | 2,5 |
| | Promedio | 2,25 |
| Suelo con vegetación nativa del Tablón | 1 | 4,4 |

Además es necesario tener en cuenta que las altas saturaciones de Al registradas y los valores de pH por lo general bajos implican una disminución de la eficiencia de la fertilización fosfórica y que pudiera estar relacionado con el alto contenido de arena que favorece una menor capacidad de retener fosfatos, así como su lavado del perfil (Rojas, 2009). Ikeda (citado por Salinas y Sánchez, 1976) indica la

estrecha correlación entre tolerancia a saturación de aluminio y tolerancia a baja disponibilidad de fósforo entre diferentes especies y variedades de plantas (Ikeda, citado por Salinas y Sánchez, 1976).

Al comparar las concentraciones de fósforo en el *suelo con pino no cosechado* y *suelo con pino cosechado*, en el primer caso, la pérdida de fósforo soluble en el suelo es un proceso continuo no solo por la remoción efectuada por las raíces de las plantas y microorganismos sino también por mecanismos de adsorción o precipitación en la superficie de los coloides quedando como fósforo insoluble (Rojas, 2009).

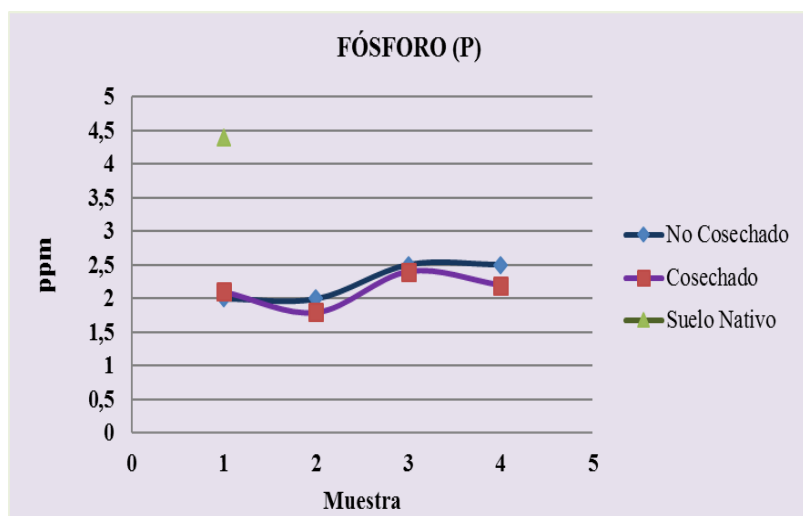


Figura 6. Comportamiento del fósforo en el suelo Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del *suelo con pino cosechado*, Según Schlatter (1977), los elementos nutritivos absorbidos por la vegetación vuelven al suelo con los desechos orgánicos formando un ciclo cerrado. Al utilizarse la madera y otros productos vegetales de una plantación, se interrumpe la continuidad de este ciclo, produciéndose una exportación de elementos nutritivos. y al realizar actividades de raleo y corta final, elemento como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, absorbidos desde el suelo, son exportados del sitio en forma de madera y corteza (Schlatter, 1977). En la totalidad de las muestras analizadas no hay diferencia

significativa más bien tienen una tendencia similar en su comportamiento (véase, figura 6) del bajo contenido de fósforo en el suelo, lo cual indica una alta probabilidad de respuesta a la fertilización con este nutriente.

4.1.5 Contenido de nitrógeno total (N_t) en el suelo de la Finca El Tablón

El Nitrógeno en el suelo está regulado por procesos biológicos derivados de la actividad microbiana del suelo, los cuales afectan sobre todo a las formas minerales y a las formas orgánicas. Debido a que la mayoría del nitrógeno del suelo es orgánico existe una estrecha asociación entre los contenidos de materia orgánica del suelo y de N total del suelo (Perdomo, Barbazán y Durán, 2001).

Tabla 6. Nivel de Nitrógeno en el suelo de la Finca El Tablón.

| Tipo de muestras | Pruebas | N_t (%) |
|--|-----------------|--------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 0,13 |
| | 2 | 0,09 |
| | 3 | 0,29 |
| | 4 | 0,41 |
| | Promedio | 0,23 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 0,13 |
| | 2 | 0,24 |
| | 3 | 0,14 |
| | 4 | 0,14 |
| | Promedio | 0,16 |
| Suelo de bosque nativo | 1 | 0,6 |

Al observar los resultados del contenido de Nitrógeno (N_t) presentes en los suelos de la Finca el Tablón, el suelo con plantación de pino no cosechado presenta un valor promedio de 0.23%, el suelo con plantación de pino cosechado un valor promedio de 0.16% y el suelo fuera de la plantación un valor aproximado al 0.6 %. Esto significa que el valor promedio de acuerdo al análisis de suelo es de “un contenido moderado” (Tabla 6), de acuerdo al Método Kjeldahl (García, Et al), es un contenido medio alto (≥ 0.16). El porcentaje de la variación del Nitrógeno total en el suelo con plantación de pino tiene una diferencia significativa (variación entre 0.6% y 0.23%) en un rango normal y bajo (Método Kjeldahl) (García, Et al, 2004).

Lo que indica una mayor diferenciación en los aportes de las diferentes especies y cosecha (Grafica 7).

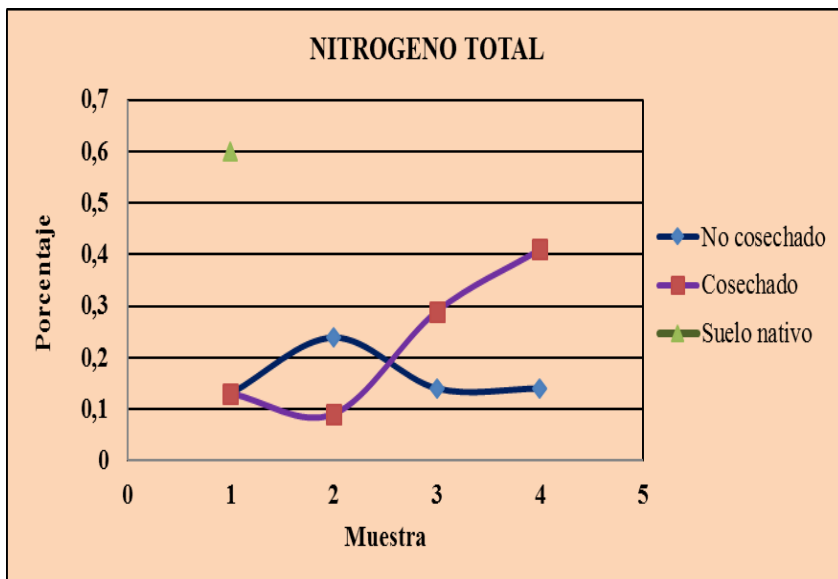


Figura 7. Comportamiento del Nitrógeno en suelo de la Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de suelo con *pino no cosechado*, una de las explicaciones puede estar asociada a una mayor demanda de nutrientes por parte de los árboles y por la atribución de características químico-nutritivas de la hojarasca, pobre en calcio y nitrógeno. Esto por la presencia de compuestos inhibidores de actividad biológica del suelo (resinas) los cuales producen una menor tasa de retorno de nutrientes y de descomposición de hojarasca. Esto indicaría mayor resistencia a la descomposición de los residuos del pino (Schlatter & Otero, 1995).

En el caso del suelo de *pino cosechado*, el menor % de N total se puede explicar porque elementos como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio absorbidos desde el suelo durante este período de cosecha son exportados del sitio en forma de madera y corteza, durante los raleos y la corta final (Schlatter, 1977). Así como por la presencia de otros factores como la volatilización de elementos, lixiviación y erosión del suelo (Perdomo, Barbazán y Durán, 2001). La presencia de buen contenido de N en suelo con vegetación nativa se sustenta en las diferencias de la oferta de este elemento comparado con suelo con plantación de pino. Este último

con disminución de la actividad de fauna por menor ritmo de descomposición de la hojarasca del pino, más pobre en calcio y nitrógeno y más rica en compuestos inhibidores como resina, ceras y lignina (Schlatter & Otero, 1995).

4.1.6 Saturación de aluminio (Al^{+3}) en el suelo de la Finca El Tablón

El aluminio se convierte en un factor limitante de la producción agrícola en suelos ácidos, los cuales comprenden alrededor del 40% de la superficie cultivable en el mundo (Casierra y Aguilar, 2007). Al observar los resultados del nivel de saturación de aluminio presente en los predios de la Finca el Tablón, el suelo con *plantación de pino no cosechado* presenta un valor promedio de 27.84 %, el suelo con *plantación de pino cosechado* un valor promedio de 25.39 % y el *suelo con vegetación nativa* un valor aproximado de 14% (Tabla 7) para todos los casos se presenta un nivel Al^{+3} *muy alto* (Bernier, 1999).

Tabla 7. Nivel de saturación de aluminio – Al^{+3} en el suelo, Finca El Tablón

| Tipo de muestras | Pruebas | Al^{+3} (%) |
|--|-----------------|------------------|
| Suelos con plantación de pino no cosechado | 1 | 30,20 |
| | 2 | 29,74 |
| | 3 | 36,14 |
| | 4 | 15,27 |
| | Promedio | 27,84 |
| Suelos con plantación de pino cosechado | 1 | 32,68 |
| | 2 | 31,85 |
| | 3 | 32,36 |
| | 4 | 4,65 |
| | Promedio | 25,39 |
| Suelo de bosque nativo del Tablón | 1 | 14 |

La mayor disponibilidad de aluminio es una consecuencia directa del pH más ácido. En los suelos volcánicos fuertemente ácidos (pH inferior a 5,0), las formas fitotóxicas de aluminio se liberan o solubilizan en el suelo en la forma Al^{+3} , en este caso, la mayoría de las especies vegetales son sensibles a concentraciones micromolares de esta forma, se limita la degradación microbiana de la materia orgánica siendo la toxicidad de Al, la mayor limitante de estos suelos. Con la reducción del pH del suelo se incrementa la solubilidad del aluminio hasta llegar a

ocupar más de la mitad de los sitios de intercambio iónico del suelo (Valle et al, 2008 y Oliva, 2009: 2). El reemplazo por H^+ de la concentración de cationes (Mg, Ca y deficiencia de K) inhibe la capacidad de absorción radical e intensifica el lavado de bases y movilización de aluminio. Estas altas concentraciones de H^+ producen cambios en la abundancia y actividad de organismos del suelo, disminuyendo su actividad y adquiriendo una mayor connotación, los hongos, asociados a una baja diversidad específica. Este aspecto crítico significa un empobrecimiento cualitativo y cuantitativo de la fauna del suelo (Rivas, Godoy y Valenzuela, 2009). Sin embargo, gran parte de las especies que crecen en suelos ácidos con un alto nivel de aluminio soluble desarrollan mecanismos que evitan o toleran los efectos tóxicos del Al^{3+} . Estos dependen de la posibilidad de que este ion sea absorbido por las raíces en grandes cantidades y transportado hasta los tejidos foliares. Las principales estrategias de adaptación al aluminio por parte de las especies incluyen la exclusión (mecanismo apoplástico) y la inactivación interna de Al^{3+} (mecanismo simplástico) (Rivera *et al*, 2016; Carreño y Chaparro, 2013).

No obstante, es posible considerar que existe un nivel de tolerancia bastante alto a la saturación de aluminio por parte de la vegetación y plantaciones forestales de la zona del Tablón. Esto adquiere sentido si se considera que las coníferas, particularmente los pinos, tienen la capacidad de adaptarse sin dificultades a condiciones extremas de acidez en el suelo y de producir *ácidos orgánicos* (Fenn *et al*, 2006) capaces de evitar la entrada del aluminio fitotóxico a las células de la raíz a través de fenólicos y ligandos quelatantes del mismo (Carreño y Chaparro, 2013). Según Rivera *et al* (2016) si el porcentaje de saturación de aluminio en relación con los cationes intercambiables es mayor (>) que 25 se hace necesaria la implementación de algún correctivo con el fin de reducir el efecto tóxico del Al^{3+} para las plantas (Rivera *et al*, 2016).

4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE COSECHA

4.2.1 Proceso de obtención de la madera e impactos ambientales

La madera es una materia prima extraída de los bosques para ser transformada como material de uso técnico con la que se fabrican muebles, tablonerías, listones, tableros y otros productos industriales. El proceso de extracción de la madera de los bosques como materia prima y el de su posterior transformación en materiales de uso técnico empieza en actividades como la tala, la cual debe ser realizada de manera racional y selectiva para no sobre-explotar el bosque (Tagore, s.f.).

Después del proceso de tala se procede a podar las ramas con elementos mecánicos como motosierras con el objetivo de dejar libre el tronco del árbol. Posteriormente se llevan a cabo otros procesos tales como el transporte, el descortezado, tronzado y aserrío de la madera con el objetivo de obtener tablas y tablonerías, o en ocasiones distintas formas dependiendo del fin con el cual haya sido talada. Después de esto se procede a secar la madera y cepillarla con el fin de eliminar irregularidades en el aspecto de la misma (Bulla, 2013). Al considerar cada uno de estos procesos en el periodo de cosecha es evidente que cada uno de ellos genera impactos al medio ambiente en general, no obstante, el suelo es el componente ambiental más afectado desde el momento de la tala hasta el descortezado.

4.2.2 Proceso de cosecha de Pinus Kasya e impacto ambiental al suelo

La figura 8 muestra cada uno de los procesos desarrollados al interior de la finca El Tablón en el proceso de extracción de madera. Según CONAF (2013), dentro de las actividades silviculturales, la cosecha forestal es una de las que mayor impacto causan sobre el suelo y agua, principalmente, todas las acciones dirigidas al volteo de árboles en pie y su preparación para el madereo (CONAF, 2013). Una primera actividad de este proceso es la operación de corta a través de la *tala* o

volteo de los pinos cultivados, el cual es realizado manualmente por trabajadores con sierras. Esta actividad es muy importante dado que de allí depende como se realicen las actividades posteriores de maderero, carga y transporte. El impacto ambiental al recurso suelo se relaciona con la inducción a procesos erosivos, compactación debido al golpe que genera el pino al caer y destrucción de flora y microfauna presente en el lugar.

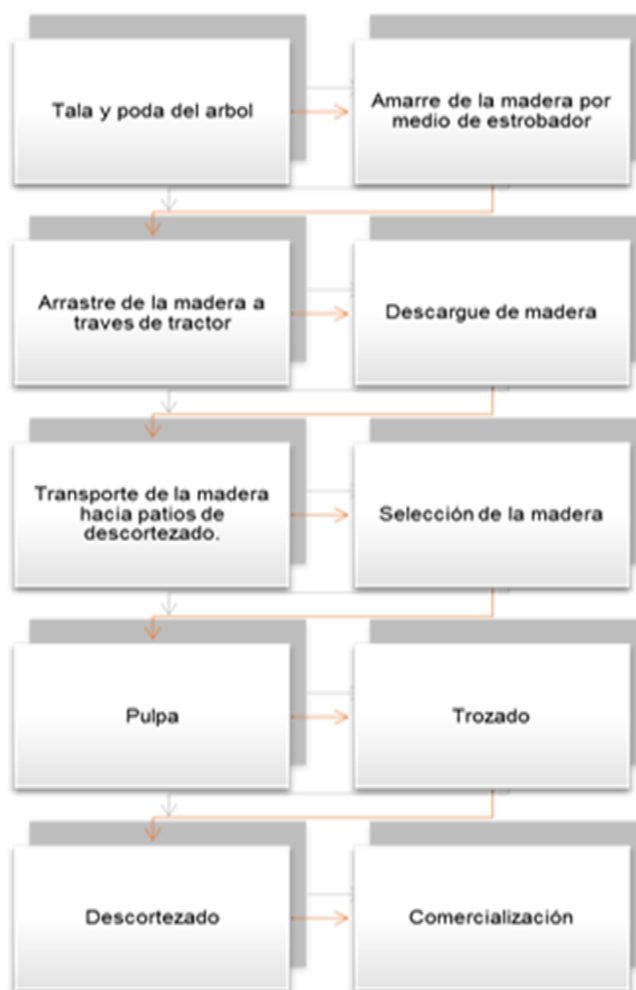


Figura 8. Diagrama de procesos Finca El Tablón. Fuente: Elaboración propia

La segunda actividad es el amarre de la madera el cual es realizado por dos personas denominadas estrobadores, quienes sujetan los pinos cortados y lo

transportan a través de un sistema de cableado desde el lote de corte hasta los patios de almacenamiento. La tercera actividad de madereo es la de *arrastre* a través de un tractor y consiste en sacar la madera desde los patios de almacenamiento hasta la parte superior del predio de la finca. El arrastre de los pinos realizado por el tractor constantemente genera cárcavas y afectan la permeabilidad del suelo. En condiciones de suelo húmedo, existe una fuerte intensidad en la compactación bajo huella del madereo mecanizado, porque la presión al suelo genera igualmente compactación como consecuencia del amasado del suelo.

Posteriormente se descarga la madera y se transporta hacia el patio de descortezado para ser seleccionada en dos tipos, una parte para pulpa y la otra para trozas. La madera es llevada a los patios donde se les retira toda la corteza, en un proceso manual realizado por cinco personas con machetes afilados, para luego ser llevada a Smurfit Kappa Cartón de Colombia donde será pesada y procesada para continuar así con la cadena productiva. La corteza proveniente de los procesos previos es almacenada en patios destinados para esta actividad, los cuales son zonas del suelo de la finca destinadas a la degradación del material (Conasfor, 2016).

4.2.3 Lista de chequeo

El diagrama de procesos, suministrado por la empresa CONASFOR S.A.S, fue una herramienta utilizada para la elaboración de la lista de chequeo, en la que se identifican las principales acciones o actividades desarrolladas por la empresa para el aprovechamiento forestal. A partir de ello se relacionaron posibles impactos, todos sujetos al criterio de evaluador y según lo evidenciado en las visitas realizadas a la zona. Según la tabla 8, la empresa cumple con algunos requerimientos en el proceso de cosecha como es la disponibilidad de cartografía para la caracterización de la zona, equipos y herramientas necesarios en cada proceso de extracción de madera sin embargo no es posible obviar situaciones

que generan un impacto ambiental en la zona. Los puntos de acopio no son los adecuados, pues no hay especificaciones técnicas para su manejo ni sitios fijos para el establecimiento de los mismos.

Tabla 8. Lista de chequeo

| LISTA DE CHEQUEO A CONASFOR S.A.S | | | |
|--|--|-----------------|-----------|
| ETAPA A EVALUAR: COSECHA DE PINO KESIYA - EL TABLÓN (P) | | | |
| ELABORADA POR: LIZED VANEZA TRUJILLO MONA | | | |
| N° | ITEM | ACCIONES | |
| | | SI | NO |
| 1 | La empresa cumple con la cartografía para la caracterización de la zona | X | |
| 2 | Uso de equipos y herramientas adecuados en cada proceso | X | |
| 3 | Puntos de acopio adecuados durante cada proceso | | X |
| 4 | Manejo de residuos orgánicos generados durante los procesos | | X |
| 5 | Generación de impactos directos al suelo durante la extracción de madera | X | |
| 6 | Perdida de la cobertura vegetal | X | |
| 7 | Erosión del suelo durante el proceso de cosecha | X | |
| 8 | Uso de agua potable | | X |
| 9 | Afectación de humedales o nacimientos de agua | X | |
| 10 | Educación ambiental adecuada por parte del personal de trabajo | | X |

Fuente: Elaboración propia

El impacto paisajístico, desde un punto de vista visual es bastante representativo ya que el paisaje cambia por completo con la tala de los árboles, quedando áreas extensas sin vegetación hasta que se vuelva a sembrar nuevamente. Esto corresponde a la ruptura de las condiciones originales del ecosistema que durante tiempos atrás proporcionaron a la flora y fauna de esta zona de vida, lugar de acogimiento viéndose obligados a emigrar a otras zonas.

El aprovechamiento de la actividad de cosecha de pino produce una gran cantidad de residuos orgánicos provenientes de la transformación física de la madera, en este caso, los que resultan de podas y raleos. Los residuos de la extracción de madera son las ramas y fustes descartados por defectos o porque no se utilizan como

materia prima para la industria maderera. En lo relacionado al manejo de residuos orgánicos generados durante los procesos de cosecha, estos no tienen un adecuado manejo porque el material queda en el suelo y humedales, así mismo se observa (según periodo de pasantía) una degradación e integración al suelo bastante lenta (Anexo 3).

Según (Peña y Acuña, 2015) una de las desventajas principales de la presencia de los residuos de cosecha forestal sin tratamientos en terreno es el hecho de generar buena cantidad de combustible propiciador de incendios forestales. Los residuos pueden estar presente en el lugar hasta 5 o 7 años, dado que los residuos forestales son biomasa de lenta degradación. Una segunda desventaja es que estos residuos pueden ser un sustrato de sustento de plagas o enfermedades en la zona (Peña y Acuña, 2015).

Para Angamarca (2016), el recurso suelo, en el momento de la cosecha o tala de los árboles, suele ser afectado también por la utilización de maquinarias como motosierras que emanan aceites que entran en contacto con el suelo, provocan una alteración química, física y biológica del suelo, además de los aceites de las hojas del pino que contienen sustancias que inhiben el crecimiento de otras especies en el suelo (Angamarca (2016). Aunado a lo anterior existe un desconocimiento general por parte de los trabajadores respecto a los impactos positivos y negativos, que generan el cultivo y extracción de madera al medio ambiente de la zona.

4.2.4 Matriz de Leopold

La aparición de impactos ambientales, -de diferente naturaleza y magnitud-, tanto positivos como negativos causados por las diferentes acciones propias de la extracción maderera es de alguna forma, inevitable porque *“[...] como en toda actividad económica... se atiende... la satisfacción de una actividad humana siendo favorable fundamentalmente en el sistema socioeconómico y negativa para*

el sistema natural” (Gayoso, 1995). Al realizar un análisis de la matriz de impactos ambientales por actividades de extracción maderera de Pino Kesiya en la Finca El Tablón (Tabla 9) se evidencia un total de impactos negativos mayores al total de los impactos positivos. Esto en razón a que las actividades de extracción de madera de pino Kesiya por parte de Conasfor S.A.S., en general afectan el suelo, paisaje y aspecto socioeconómico.

Tabla 9. Matriz de impactos ambientales por actividades de extracción maderera de Pino Kesiya Finca El Tablón.

| PARAMETROS ACCIONES | SUELO | | | | | | PAISAJE | | | | | SOCIOECONOMICO | | |
|-------------------------------|--|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|-------------------|------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|
| | Rompiamiento del equilibrio nutricional por la tala de la vegetación | Erosión | Permeabilidad del suelo | Deterioro y compactación | Desecho de residuos peligrosos | Estabilidad del suelo (hundimientos y deslizamientos) | Cobertura vegetal | Degradación de paisaje | Perdida de fauna | Perdida de flora | Calidad visual | Empleo | Calidad de vida | Desarrollo económico |
| Requerimiento de mano de obra | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +9 | +8 | +9 |
| | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +9 | +9 | +9 |
| Preparación de vías | -5 | -8 | -7 | -6 | -5 | -7 | -7 | -5 | -6 | -7 | -3 | +7 | -2 | +3 |
| | -4 | -6 | -6 | -6 | -4 | -5 | -7 | -4 | -8 | -8 | -2 | +9 | -3 | +4 |
| Construcción de campamentos | -3 | -5 | -4 | -4 | -5 | -8 | -7 | -5 | -6 | -7 | -3 | +8 | +3 | -1 |
| | -2 | -3 | -2 | -2 | -3 | -5 | -3 | -4 | -6 | -6 | -3 | +9 | +2 | -1 |
| Tala | -4 | -7 | -8 | -7 | -3 | -8 | -9 | -8 | -8 | -9 | -3 | +7 | -2 | -3 |
| | -3 | -6 | -6 | -5 | -4 | -5 | -8 | -9 | -9 | -4 | -4 | +7 | -2 | -4 |
| Estrobadado | -3 | -7 | -8 | -8 | -1 | -6 | -8 | -7 | -8 | -8 | -9 | +7 | -1 | -1 |
| | -2 | -5 | -7 | -7 | -1 | -5 | -6 | -8 | -8 | -7 | -8 | +6 | -1 | -1 |
| Separación de material | -1 | -1 | -3 | -3 | -7 | -7 | -8 | -9 | -8 | -8 | -4 | +9 | +6 | +2 |
| | -1 | -1 | -2 | -3 | -4 | -3 | -4 | -5 | -5 | -8 | -3 | +8 | +4 | +4 |
| Descortezado | -8 | -5 | -9 | -8 | -2 | -3 | -4 | -8 | -7 | -7 | -7 | -8 | +8 | +2 |
| | -6 | -3 | -6 | -7 | -1 | -1 | -3 | -4 | -6 | -3 | -3 | -5 | +8 | +4 |
| Transporte | -2 | -7 | -6 | -7 | -5 | -5 | -6 | -4 | -5 | -5 | -4 | +9 | +4 | +9 |
| | -2 | -5 | -3 | -5 | -4 | -3 | -4 | -3 | -3 | -5 | -4 | +9 | +4 | +9 |
| VALORES POSITIVOS | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 56 | 29 | 25 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 57 | 27 | 30 |
| VALORES NEGATIVOS | 26 | 41 | 46 | 44 | 28 | 44 | 49 | 46 | 48 | 51 | 33 | 8 | 5 | 5 |
| | 20 | 30 | 33 | 36 | 21 | 27 | 35 | 37 | 45 | 41 | 27 | 5 | 6 | 6 |
| TOTAL DE IMPACTOS + | 118 | 112 | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL DE IMPACTOS - | 474 | 369 | | | | | | | | | | | | |

Magnitud del impacto Importancia del impacto

Fuente: Elaboración propia

En lo referido al suelo, los factores que más resultan afectados son los procesos edáficos (permeabilidad del suelo, conservación de microfauna y nutrientes) y el agua por el desencadenamiento de procesos erosivos y de mayor compactación, amasado, ahuellamiento y remoción del suelo por el madereo terrestre con el desplazamiento de maquinaria forestal para transportar descortezado y arrastre de trozas y estrobado. En la Finca El Tablón, en las zonas de arrastre de madera (fustes o pinos cortados) donde se transporta a los patios de descortezado se generan cárcavas que inducen a la erosión del suelo y desprendimiento de taludes. Según Gayoso e Iroume (1995) el tránsito de la maquinaria forestal sobre el suelo aumenta la densidad aparente de las capas superficiales, se expone el suelo mineral y disminuye la productividad del sitio (Gayoso e Iroume, 1995).

En el aspecto socioeconómico, sin duda alguna, el beneficio social más importante generado por la plantación forestal, es el empleo. Desde el total de impactos positivos las actividades relacionadas con el cultivo de Pino Kesiya en esta finca, permiten la vinculación laboral de varias familias aledañas a la zona, desde las labores de producción hasta las actividades de mantenimiento y cosecha. Además de la demanda de bienes, servicios y un incremento general de actividades económicas como la comercialización, el transporte entre otras y por ende el mejoramiento de sus condiciones de vida y desarrollo económico.

En lo relacionado al paisaje, este sufre un empobrecimiento de la diversidad, por el cambio de uso del suelo y el factor más afectado por la actividad forestal es la cobertura vegetal del suelo en cuanto se sustituye esta con diversidad biológica por otra monoespecífica. En el caso de degradación de paisaje pérdida de fauna, pérdida de flora por las acciones en la plantación, fertilización, control químico de malezas, apertura de vías de circulación y prácticas de manejo (podas y raleos), cosecha final (tala, desrame, trozado, madereo, operaciones en cancha), preparación de vías, construcción de campamentos, separación de material

transporte mayor (carga y transporte), inicio del nuevo ciclo con la preparación del sitio para rotación siguiente (Gayoso, 1995).

De estas acciones las que generan mayores cambios en el medio ambiente físico son la construcción de caminos o la preparación de vías y el madereo terrestre, desplazamiento de máquinas, transporte de descortezado, arrastre de trozas y estrobadado y construcción de campamentos de espera. Los corredores son un área bastante vulnerable porque en estos sitios se presenta el arrastre por el sistema de cableado en repetidas ocasiones. El impacto ambiental producido por estos cables se presenta con el desplazamiento de las trozas de madera hasta los puntos de acopio pues al descargar la madera, esta entra contacto con el suelo y se rompe la capa vegetal y se lesiona la superficie. Otro impacto negativo encontrado es la utilización de lubricantes o aceites para el funcionamiento del cableado, los cuales pueden entrar en contacto y contaminar el suelo así como trasladarse por escorrentía a las fuentes de agua presentes en la zona.

4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA COMUNIDAD DEL SECTOR Y SU PERCEPCIÓN RESPECTO AL IMPACTO GENERADO

El impacto ambiental por la extracción maderera de pino tiene su efecto en el ambiente y en el sistema social por tal razón es necesario considerar la opinión de las comunidades de la zona y su percepción del impacto generado por la actividad productiva. De esta manera, la encuesta realizada a sesenta y seis (66) familias de la comunidad de la Vereda El Tablón tuvo como finalidad determinar el grado de conocimiento y percepción en lo relacionado al impacto generado por la actividad maderera en la zona.

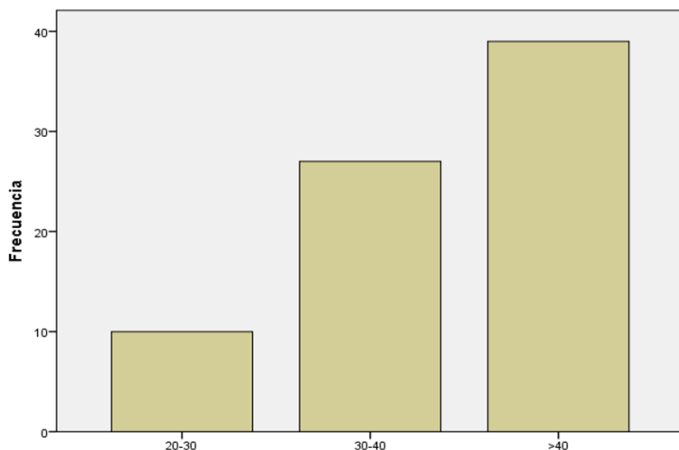


Figura 9. Edad. Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado a la edad de los hombres y mujeres encuestados, se pudo organizar una muestra en tres grupos desde los 20 años (edad mínima hallada en la muestra) hasta un poco más de los 40 años (edad máxima encontrada en el grupo de personas encuestadas), la cual expresa una distribución de la edad bastante heterogénea. No obstante, el 75 % de la muestra se localiza en grupos de edad entre los 30 y 60 años, es decir, se trata de una población económicamente activa (Figura 9). En lo relacionado al lugar de procedencia, el 75% de las personas encuestadas son procedentes de zona del Tablón y el 25% provenientes del Municipio del Tambo influenciados fundamentalmente por factores económicos y expectativa de mejores condiciones de vida.

4.3.1 Nivel educativo e ingresos

De las personas encuestadas, 75% tienen un nivel educativo de básica secundaria y 25% de personas solo alcanzaron educación básica primaria (Véase, figura 10). La imposibilidad de completar su ciclo de escolaridad y capacitación estuvo determinada por la falta de incentivos en general. En lo relacionado al salario devengado el 50% personas encuestadas dicen que es un Salario mínimo legal vigente (SMLV) del cual dicen que se generan 4 empleos indirectos y 50% personas encuestadas aseveran que generan 3 empleos indirectos.

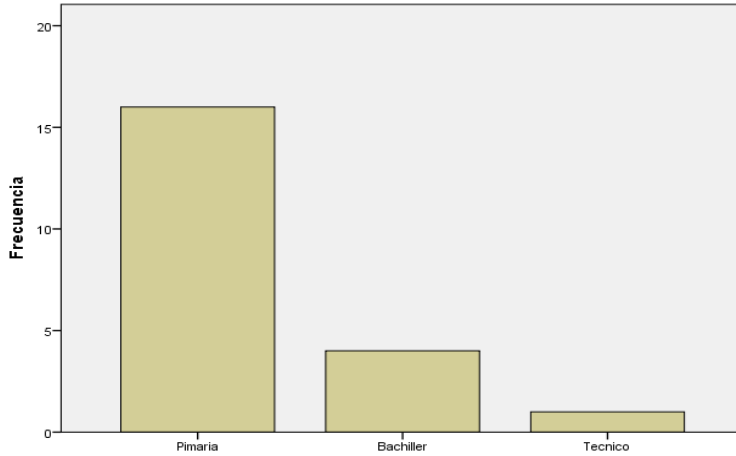


Figura 10. Nivel educativo. Fuente: Elaboración propia

Esta condición significó el abandono prematuro de su instrucción escolar, el trabajo desde muy temprana edad para integrarse a la lucha por la subsistencia familiar dada la imperiosa necesidad de incrementar los ingresos familiares y dificultó por tanto, el acceso a niveles ocupacionales o actividad que les hubiera permitido la obtención de un mayor nivel de ingresos. Para estas personas, el nivel educativo es uno de los factores más importantes y determinantes de los ingresos individuales y de la capacidad de enfrentar las situaciones cotidianas, pero también es un gran determinante de la actividad económica desempeñada en la actualidad.

4.3.2 Beneficio de la actividad maderera a las familias del Corregimiento El Tablón

En lo relacionado al beneficio que brinda la actividad maderera a la Comunidad del Tablón el 25 % de las familias encuestadas efectivamente lo reciben en la forma de empleo por parte de la Empresa Conasfor de Smurfit Kappa. El 75 % de las familias se dedica a otras actividades de tipo agropecuario como la ganadería y la agricultura, en esta zona tiene gran representatividad la actividad cafetera y la ganadería extensiva (figura 11).

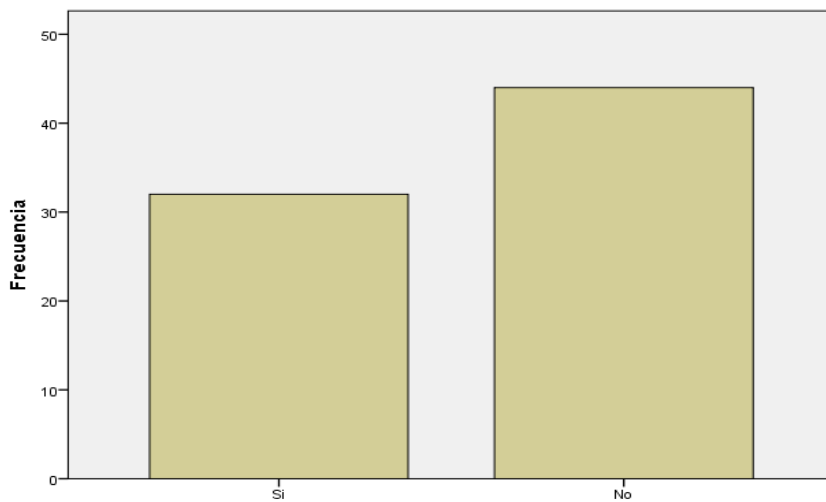


Figura 11. Beneficio de la actividad maderera en la Vereda El Tablón. Fuente: Elaboración propia

Entre otros cultivos que predominan en la zona de investigación se encuentra el plátano, guamo, maíz, frijol, yuca, piña, caña panelera, pastos naturales enmalezados con ganadería extensiva (POT, 1999). No obstante, la producción forestal y la pesca también son actividades económicas llevadas a cabo por los pobladores de la zona. Sin embargo, la agricultura y elaboración de ladrillo son las actividades económicas más sobresalientes en la zona del Tablón. De manera general, se puede concluir que si bien son representativas las actividades de cultivo y extracción de madera en la Zona de El Tablón un buen porcentaje de familias se dedican a otro tipo de actividades económicas que no necesariamente tienen que ver con las de plantaciones forestales.

4.3.3 Apreciación sobre amenaza de la zona por cultivo de maderables comerciales

Al poner en consideración el tema de vulnerabilidad de cobertura boscosa por parte de los monocultivos como el pino Kesiya, las personas que trabajan en CONASFOR S.A.S, consideran que hay impactos ambientales por parte de las actividades realizadas en la extracción de madera en la finca el Tablón, pero la comunidad no conoce a profundidad de este tema. Por lo tanto, el 75% no tiene conocimiento de la situación mientras que el 25% tienen basto conocimiento del

impacto ambiental generado pero no lo consideran de importancia dado que ellos no resultan directamente afectados (figura 12).

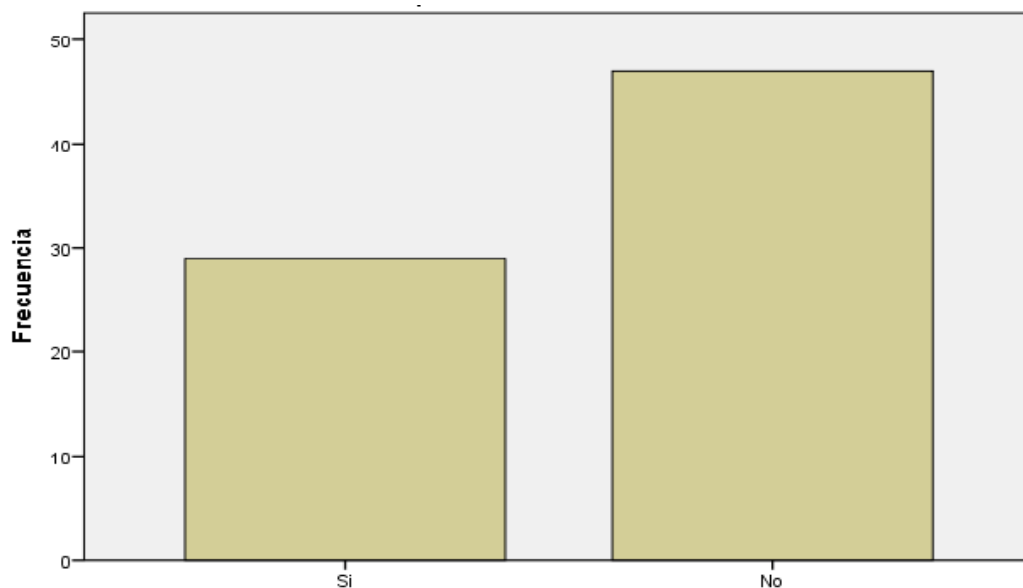


Figura 12. Percepción de vulnerabilidad de especies. Fuente: Elaboración propia

Los trabajadores a su vez aseguran estar capacitados para sobrellevar los impactos generados en el proceso ya que todos respondieron de esa manera en la encuesta, sin embargo al comparar esta respuesta con los análisis realizados se evidencia que no existe una buena aplicación de los conocimientos adquiridos en las capacitaciones a las que han asistido.

4.3.4 Disponibilidad a pagar por conservación ambiental de la zona cultivada de pino

La valoración económica ambiental busca obtener una medición monetaria ya sea de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona o determinado colectivo, experimenta a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible. Que la sociedad valore positivamente los recursos naturales depende de varios factores como la satisfacción moral o personal, el conocimiento, la percepción de responsabilidad ambiental o el acogimiento de normas entre otros (Raffo, 2015).

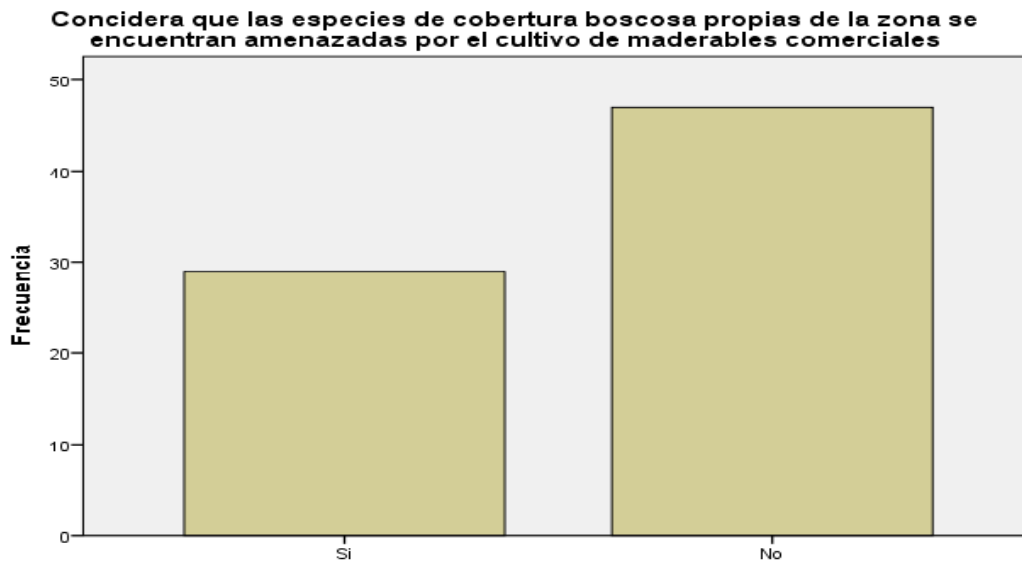


Figura 13. Disponibilidad a pagar por conservación ambiental. Fuente: Elaboración propia

Al preguntar a las personas encuestadas acerca de la disponibilidad a pagar por la estrategia de conservación ambiental de la zona, si esta fuera establecida por Conasfor S.A.S, el 54% de los encuestados, cree que la responsabilidad del daño ambiental es de la Empresa Conasfor por lo tanto es ella quien lo debe asumir (Figura 13). A pesar de lo anterior, el 38% de los encuestados aseguran que tienen conocimiento del impacto ambiental pero no cuentan con los recursos monetarios para mitigarlo. El 8% no confía en el buen uso de sus aportes por lo que definitivamente no lo harían. Entonces, se puede concluir que no existe una disposición a pagar por conservación ambiental de la zona donde hay plantaciones de pino.

4.3.5 Tipo de aporte al que está dispuesto a contribuir

Al considerar el tema de la conservación ambiental de las coberturas nativas con los habitantes de la zona El Tablón, es para ellos una cuestión de mucha importancia. Sin embargo, consideran que si tuvieran que pagar por ello no lo harían por factores antes descritos como la carencia de recursos económicos y la responsabilidad de la empresa generadora de cambios en el medio ambiente por las plantaciones de pino en la zona. Sin embargo, son conscientes de que el aprovechamiento de los recursos naturales debe estar equilibrado con el

aprovechamiento, cuidado y conservación de todos los recursos con sus variables bióticas y abióticas en aras de una sostenibilidad ecológica, humana y ambiental.



Figura 14. Apoyo disponible por parte de la comunidad y empleados. Fuente: Elaboración propia.

Para esto consideran, desde sus capacidades, otras formas de apoyo en la búsqueda de protección de la cobertura de vegetación nativa, como el cambio de hábitos en el manejo de residuos sólidos y líquidos representado en un 75% de los encuestados. El 25% se refiere a un cambio en la cultura de las nuevas generaciones desde actitudes, comportamientos, hábitos y conocimiento (figura 14). En este caso, incluyendo el concepto de conciencia ambiental como valor que propenda por el respecto a todas las manifestaciones de vida y lógicamente al uso de los recursos naturales disponibles y destino adecuado de los desechos tanto orgánicos como inorgánicos.

4.4 ESTRATEGIAS DE CORRECCIÓN, MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN DEL IMPACTO GENERADO POR LA EXTRACCIÓN MADERERA

La identificación de impactos ocasionados por la extracción de madera permite establecer una serie de estrategias de corrección, mitigación, prevención o control de las afectaciones al mismo. Dichas estrategias se consideran a continuación:

4.4.1 Estrategia de mitigación

La actividad de fauna, flora y microorganismos del suelo propios de la zona requieren de condiciones adecuadas por lo que debe minimizarse la exposición del suelo al iniciar actividades de siembra y cosecha de las plantaciones de pino. Para esto es idóneo mantener una cubierta en el suelo para reducir la erosión por medio de plantaciones de especies nativas. Las especies de árboles nativos de la zona pueden cumplir importantes funciones ecológicas como fomentar el desarrollo de relaciones simbióticas, mejorar la cubierta del suelo, proporcionar diversidad de hojarasca y hábitat para otros miembros de la red trófica CONAF (2013). Las actividades de extracción de madera, mientras se realicen deben estar sujetas a monitoreos programados a efecto de evaluar el estado de conservación de las especies de flora y fauna que conviven en los bosques plantados.

En lo posible, disponer y distribuir en el área a intervenir, árboles que permitan el refugio de fauna de la zona y mantener los corredores biológicos que aseguren la conectividad de los ecosistemas a nivel local y permitan el desplazamiento de especies entre plantaciones o bosque plantados continuos. El aprovechamiento de los avances en metodologías y sistemas de información para elaborar modelos ecológicos o estudios de ecosistemas es una estrategia en aras de tomar decisiones precisas para la cuestión forestal y de protección de bosque o vegetación nativa.

4.4.2 Estrategia de mitigación

La prioridad debe estar en resguardar las fuentes de agua con el fin de minimizar la erosión de suelos y/o la alteración de los recursos hídricos como de protección permanente y que no serán intervenidas independientemente del tipo de vegetación que posean. A lo largo de los cursos de agua, lagos y zonas rivereñas se deben mantener una superficie adecuada de vegetación intacta y franjas de

protección lo suficientemente anchas y totalmente protegidas para maximizar la absorción de las escorrentías superficiales, nutrientes y sedimentos de los sitios alterados en las zonas adyacentes del bosque forestal. De esta manera se protege a los suelos de la erosión y las aguas de posibles alteraciones durante las operaciones forestales. Así mismo es necesario proteger adecuadamente las vías de drenaje, los recursos hídricos evitando usar los cursos de agua temporarios como vías de saca, el tránsito por los caminos forestales.

4.4.3 Estrategia de corrección

La textura del suelo y otras condiciones físicas son factor de relevancia para la fertilidad y la actividad biológica, por lo tanto, se debe planear puntualmente el uso de maquinaria pesada para evitar erosión y compactación del suelo por procedimientos inadecuados. En lo relacionado al efecto de las operaciones forestales de cosecha de pino, la construcción de caminos y sistemas de drenaje se debe preparar de acuerdo a normas y circunstancias que lo ameriten e incluir disposiciones orientadas a impedir el uso indebido de los caminos. También es necesario monitorear la efectividad de las operaciones de cosecha forestal y el estado del suelo para poder evaluar posibles efectos negativos en la conservación y calidad de los suelos a lo largo del ciclo o rotación de las plantaciones y tomar a tiempo medidas correctivas si hay alteraciones o cambios a corto, mediano o largo plazo. Así mismo es necesario llevar a cabo actividades de investigación para controlar los cambios que pueden registrarse en las necesidades de las comunidades y las expectativas a nivel local regional y nacional además de otros aspectos del entorno socioeconómico CONAF (2013).

4.4.4 Estrategia de prevención

Los incendios pueden ser una seria amenaza a la productividad, la estabilidad ecológica, la calidad social y ambiental en la zona. El riesgo de incendio aumenta al acumularse biomasa viva y muerta durante el desarrollo de la plantación o al ocurrir un cambio de temperatura CONIF (2004). Las actividades productivas y de extracción maderera de pino se deben basar en la planificación y conocimiento suficiente por parte de los operados en lo relacionado a daños al medio ambiente por compactación, pérdida de nutrientes en la capa superficial y otras formas de degradación del suelo o incendios forestales. Esto sería el conocimiento de factores como la textura del suelo y nutrientes del suelo, la topografía, la fragilidad ecológica, características de las especies nativas y las condiciones climáticas y biofísicas de la zona.

Los planificadores forestales y operarios deben ser conscientes de la necesidad de conservar el suelo y tener una buena relación con las prácticas y principios básicos para su conservación. Luego, la estrategia es la de capacitación continua a fin de mejorar constantemente los conocimientos sobre las prácticas y labores de buen manejo (tabla 10).

4.4.5 Estrategia de corrección

En la definición de las herramientas y/o equipos de cosecha y extracción, se debe realizar una caracterización previa del terreno, en cuanto a pendiente, condiciones del suelo, fragilidad del terreno y factores de riesgo que puedan afectar las operaciones, tales como topografía, clima y calidad del suelo entre otras. Para esto, los trabajadores forestales deben tener planos que les permitan ubicar con facilidad las vías de saca y lugares de acopio a partir de la señalización del área de cosecha, identificación y demarcación de las zonas de protección y amortiguación cuando son de paso prohibido o restringido a personas ajenas a la actividad que no tengan previa autorización (tabla 10).

4.4.6 Estrategia de corrección

Para el caso del madereo, los métodos, máquinas y/o herramientas utilizadas deben adaptarse a las características del árbol, del terreno y del operario. Estas no deben utilizarse más allá de lo planificado a objeto de evitar daños ambientales ni tampoco en zonas de pendiente pronunciada y en la medida de las posibilidades, utilizar zonas de amortiguación y protección para el arrastre. Los trabajadores de la plantación de pino deben tener experiencia y conocimientos en seguridad, técnicas de trabajo y efectos ambientales de la extracción de madera.

4.4.7 Estrategia de corrección

El proceso de maderero requiere de un buen mantenimiento de máquinas y herramientas para que estén en condiciones al momento de iniciar actividades. Controlar que en las operaciones mecanizadas especifiquen claramente, la carga máxima, el alcance y la distancia de seguridad (tabla 10). Así mismo, evitar la circulación con equipos, por vías de drenaje, zonas de amortiguación, de protección y en cursos de agua. En el caso del mantenimiento de maquinaria, recarga de combustible y productos químicos debe hacerse en áreas debidamente identificadas y acondicionadas para tales efectos para no dañar la calidad del agua y del suelo en todas las etapas de desarrollo y cosecha de la plantación.

Tabla 10. Estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación del I.A. por extracción maderera

| componente | Actividad | Estrategias |
|--------------------------|--------------------------------|--|
| Suelo y zonas protegidas | Administración de la empresa | <i>Prevención</i> Caracterizar la zona de cosecha y especificar las zonas protegidas como humedales y zonas de vegetación natural para evitar daños a los ecosistemas estratégicos adyacentes a la finca a través de capacitación a los trabajadores de las plantaciones. |
| Suelo y zonas protegidas | Tala y desrame de árbol. | <i>Mitigación</i> El trabajador que manipula herramientas como la sierra debe tener en cuenta la dirección del corte del árbol para no afectar las zonas de protección. <i>Prevención</i> En cuanto al manejo de combustibles y otros enseres para su maquinaria, se debe implementar una caja impermeable que sus laterales tengan una altura de 3 cm, por si se ocasiona algún derrame éste no vaya a ser vertido al suelo. |
| Suelo | Amarre y arrastre de la madera | <i>Mitigación</i> En este proceso se debe utilizar un colchón de amortiguamiento, en los corredores donde hay contacto de los fustes (troncos de madera aserrados) con el suelo. Este colchón se puede realizar con los residuos de cosecha, para no generar mayores impactos. |
| suelo | | <i>Corrección</i> En la actividad realizada por este personal se debe tener en cuenta solo transitar por las vías de acceso para no generar erosión en el suelo. En cuanto al uso de combustibles el suministro debe ser solo en las zonas destinadas. |
| suelo | Descortezado de la madera | <i>Corrección</i> Se debe implementar un punto de acopio para los residuos generados para darle un respectivo manejo. |
| suelo | Comercialización | <i>Corrección</i> Tanto los compradores como los vendedores solo deben transitar por las vías de acceso establecidas por la compañía. |

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al determinar la línea base de las condiciones biofísicas del Corregimiento el Tablón Municipio de Popayán, se puede considerar que la región alberga ecosistemas y especies nativas y exóticas en lo relacionado a flora y fauna los cuales cumplen una función ecológica importante en el complejo biológico en donde se ubica el área de estudio. La zona del Corregimiento el Tablón es una zona bastante modificada pues la zona de vegetación nativa ha sido sustituida en gran parte por la agricultura, ganadería, siembra de pastos y explotación intensiva forestal de especies madereras como el pino.

Los suelos de esta zona son derivados de ceniza volcánica y se caracterizan por su alta acidez, baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico, valores altos en materia orgánica (M.O.). El análisis físico-químico del suelo de la Finca El Tablón permitió precisar la comparación de tres zonas específicas, las cuales corresponden a suelos con plantaciones de pino cosechado, suelos con plantaciones por cosechar y suelo de bosque nativo y en efecto, se pudo determinar que no existen variaciones importantes entre sitios de condiciones diferentes.

Esto en relación a las condiciones morfológicas del suelo y al equilibrio nutricional del mismo. De acuerdo con los análisis realizados se concluye que tienen condiciones de pH fuertemente ácido, con alta saturación de Aluminio e intercambio catiónico supremamente bajo, debido a que el Fósforo, el Nitrógeno y el Magnesio, se encuentran en concentraciones bastante deficientes.

En relación al *diagnóstico ambiental para el proceso de cosecha* se puede concluir que la actividad que genera mayor impacto al suelo es el arrastre de los árboles

cortados debido a que se presenta el descapote de la zona intervenida y con ella la formación de cárcavas, por consiguiente la erosión del suelo. Este proceso de cosecha de las plantaciones de pino Kesiya genera impacto negativo como la erosión del suelo a través de cárcavas y desestabilización de los taludes en el suelo de la zona. En la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por la actividad de extracción maderera se pudieron identificar tres principales actividades generadoras de impactos en la finca, las cuales fueron: amarre, arrastre y descortezado de la madera.

En lo referido a la percepción que la comunidad del Tablón y los trabajadores de las plantaciones de pino Kesiya tienen acerca del impacto ambiental generado por la extracción de madera en la zona se puede concluir que se generaliza un nivel alto de desconocimiento respecto a los impactos generados al ambiente por el monocultivo de pino Kesiya.

En lo relacionado a las estrategias de corrección, mitigación, prevención y compensación del impacto generado por la extracción maderera adquiere importancia la actividad de fauna, flora y microorganismos del suelo y requieren de condiciones adecuadas por lo que debe minimizarse la exposición del suelo al iniciar actividades de siembra y cosecha de las plantaciones de pino. La prioridad esta en resguardar las fuentes de agua con el fin de minimizar la erosión de suelos y/o la alteración. Por lo tanto, es importante planear puntualmente el uso de maquinaria pesada para evitar erosión y compactación del suelo por procedimientos inadecuados. Para el caso del madereo, los métodos, máquinas y/o herramientas utilizadas deben adaptarse a las características del árbol, del terreno y del operario.

Debido a que la empresa no cree pertinente realizar un plan para el proceso de compensación, esta se compromete a realizar las estrategias de mitigación y prevención acorde como lo sugiere este documento.

5.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo con los recorridos realizados en la zona de estudio, además de la verificación de cada uno de los procesos desarrollados en la Finca El Tablón, es evidente que si bien existen medidas ambientales implementadas por la empresa CONASFOR S.A.S para el desarrollo del monocultivo de Pino Kesiya, estas deben ser tenidas en cuenta o reajustadas con el fin de garantizar mayor efectividad en los procesos y de igual forma disminuir los impactos ambientales negativos.

Una de las recomendaciones importantes después de los hallazgos es la realización de monitoreo periódico de especies de flora y fauna, para verificar su comportamiento dentro del área de monocultivo de Pino y en bosque nativo. De igual forma es importante establecer un cronograma de monitoreo al suelo intervenido con la actividad maderera, para observar si este presenta variabilidad de sus condiciones físico-químicas y fertilidad del suelo con el paso del tiempo porque si bien es cierto se encontraron diferencias no muy significativas la variable tiempo incide en los resultados en el largo plazo.

La necesidad de elaborar una cartografía de la finca en la que se puedan identificar las zonas de protección ambiental o ecosistemas estratégicos dentro del predio es muy importante, en lo relacionado a la conservación de nacimientos de agua y demás áreas de protección. Los operarios que hagan parte de la empresa CONASFOR S.A.S deben recibir una adecuada concientización ambiental, mediante charlas y talleres educativos, con el fin de generar conocimiento en el tema ambiental, en cada proceso desarrollado por los trabajadores mediante buenas prácticas agrícolas forestales.

En lo relacionado a las condiciones fisicoquímicas del suelo de la zona para cualquiera de los casos se hace necesaria la implementación de algún correctivo con el fin de reducir el efecto tóxico del Al^{3+} para el suelo como de la carencia de nutrientes. En este caso, aplicación de abono orgánico y cal dolomita para

aumentar en algunas proporciones los niveles de fosforo, nitrógeno y calcio y demás parámetros.

Para el proceso de selección de madera en el punto de corte, se debe tener en cuenta las características de la plantación de pino para evitar de esta forma el contacto directo con el suelo en el momento de la extracción. La alternativa para el mejoramiento de las condiciones de disposición final de los residuos de cosecha, se debe implementar un lugar de acopio, el cual debe contar con las especificaciones óptimas para su funcionamiento, en el que le pueda brindar algún tipo de tratamiento a estos residuos, con el fin de mejorar tanto el aspecto visual como físico-químico del suelo cubierto con estos desechos. Los sitios de almacenamiento de combustibles deben ser identificados mediante estrategias de señalización y tener un piso permeable para el control de derrames. Así como el establecimiento de medidas para la disposición final de los residuos peligrosos que se generan en el predio de la finca, con el propósito de evitar la contaminación al ambiente y riesgos a la salud.

En definitiva, sin crear la ilusión de que las plantaciones forestales a gran escala no generen impactos que afecten las condiciones biofísicas y socioeconómicas de la región, resulta urgente la puesta en práctica de políticas forestales integrales que permitan un desarrollo sustentable real de la región y brinden pautas para la recuperación ambiental, económica y social desde la perspectiva de un desarrollo, equitativo, respetuoso de la cultura y ambientalmente sano. Para esto se requiere una mayor integración y coordinación entre los distintos actores involucrados en el manejo forestal, gobierno local y comunidad asentada en la zona.

En el caso del plan de compensación, se recomienda que a futuro se lleve a cabo este tipo de planes teniendo en cuenta que es muy importante tanto para la conservación del medio ambiente y generaciones futuras .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angamarca, J. (2016) “*Investigación del impacto ambiental por las Plantaciones de pino en la granja Shiñinguro en el Cantón Chilla*”, Universidad de Guayaquil, Facultad de arquitectura, Maestría en impacto ambiental, Guayaquil – Ecuador, Agosto de 2016.
- Bernier R. (1999). “Curso de Capacitación para Operadores del Programa de Recuperación de Suelos Degradados” INDAP, décima Región. Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias No. 2. Centro Nacional de investigación Remehue, Osorno Chile. 119 p. 1999.
- Bulla H. (2013). “*Protocolo para el aprovechamiento y extracción de madera de las plantaciones en el marco del proyecto forestal para la cuenca del Río Chinchiná- procuenca*”, Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD, Ecapma, Ingeniería agroforestal, Pereira, 2013.
- Carrasco J. y Ortiz M. (2011). “Condiciones físicas del suelo que condicionan el desarrollo de frutales en la región de O’Higgins”, Boletín INIA N0 227, capítulo 2. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile, pág., 17-52, 2011.
- Carreño A y Chaparro A., (2013). “*Tolerancia al aluminio en especies vegetales: mecanismos y genes*” Universitas Scientiarum 18(3): 283 - 310 doi: 10.11144/Javeriana, 2013.
- Casierra F. y Aguilar O. (2007). “Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una revisión”, Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - vol. 1 - no.2 - pp. 246-257, 2007
- Ceppia S.A.S. “Introducción a la Gestión Ambiental Municipal”. Manual, Editorial Maya, S.A de C.V., 2004.
- CONAF (2013) “*Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios*”, Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, Gerencia forestal, Departamento de plantaciones forestales, Gobierno de Chile, 2013, 93 pág.

- Cordero A. (2011) “*Cuando los árboles no dejan ver el bosque: efectos de los monocultivos forestales en la conservación de la biodiversidad*”, Acta Biológica Colombiana, Volumen 16, Número 2, p. 247-268, 2011.
- Cotán-Pinto S. (2017). “*Valoración de impactos ambientales*”, Metodologías Valoración de impacto ambiental, División de Medio Ambiente INERCO, Sevilla, 21 pág., diciembre de 2017.
- CRC-CONIF (2004). “*Zonificación de áreas por aptitud forestal y lineamientos de ordenamiento forestal de la cuenca alta del Rio Cauca en el Departamento del Cauca*”, Convenio CRC-CONIF 920-2004, 224 pág.
- CRC (2006). “*Plan de manejo del complejo de humedales de la Meseta de Popayán*” Corporación Regional Autónoma Del Cauca, Minambiente. Convenio CRC – WWF, 2006
- De Camino y Budowsky (1998). “*Impactos ambientales de las plantaciones forestales y medidas correctivas de carácter silvicultural*” Revista Forestal Centroamericana N 22, año 7, 1998
- Dellavedova, M. (2011). “*Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental*”, Primera Edición, Taller Vertical Meda Altamirano Yantorno, Programa de investigaciones del Taller Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Espinal C. et al. (2005). “*La cadena forestal y madera en Colombia. Una mirada global de su estructura económica 1991-2005*”, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Agrocadenas Colombia, Documento de trabajo N0 64, Bogotá, 42 pág. marzo 2005.
- Echeverri L., Estévez J. y Bedoya J. (2014). “*Caracterización Física, Química y Mineralógica de Suelos con Vocación Forestal Protectora, Región Andina Central Colombiana*” Rev. Facultad Nacional Agr. Medellín, pp. 7335-7343, 2014.
- FAO (2015). “*Año Internacional de los Suelos 2015*”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00153, Roma Italia, mayo 2015. Disponible en: <http://www.soils-2015@fao.org>

- Fenn M., Huntington E., McLaughlin S., Eagar C., Gomez A. y Cook R. (2006). "*Status of soil acidification in North America*". Journal of Forest Science 52:3-13, 2006.
- Frank, D. y Finckh M. (1997) "*Impactos de las plantaciones de pino Oregón sobre la vegetación y el suelo en la zona Centro-Sur de Chile*", Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de la Frontera, Casilla 54 D, Temuco, Chile Revista Chilena de Historia Natural 70: 191-211, 1997
- Garay O. y Ochoa, Á. "*Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el Valle del Río Mantaro*" Subproyecto Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas de la Cuenca del Río Mantaro para su aplicación en la agricultura 2007-2010, Instituto geofísico del Perú, Lima Perú, 2010, 34 pág.
- García, F., Ruiz, F., Cano, J., Pérez J., y Molina J. (2004). "*Suelo, Riego, nutrición y medio ambiente del Olivar*", cursos modulares, Consejería de agricultura y pesca, 178 pág, Andalucía, España, 2004
- García H. (2014). "*Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas*". FEDESARROLLO, marzo 2014.
- Garrido S. (1994). "*Interpretación de análisis de suelos*", Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Estructuras Agrarias, Hojas Divulgadoras, Núm. 5/93 HD, Madrid, 1994.
- Gayoso J. y Iroume A. (1995). "*Impacto del manejo de plantaciones sobre el ambiente físico*". En: "Bosque" Volumen 16 N^o 2, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Casilla 567, Valdivia, Chile, pág. 3-12, 1995.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (1991). "*Metodología de la investigación*", Ed. MCGRAW-HILL Interamericana de México, S.A. de C.V., 497 pág., México 1991
- HOFFMANN, A. 1994. "*Primavera dorada: una ironía forestal*", Revista Vivienda y Decoración, El Mercurio, 30 de abril, pp.: 50-51.
- IGAC (2009). "*Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca. Escala 1-10.000*". Instituto Geografico Agustin Codazzi, Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá D.C, 2009

- Malagón D. (2003). “*Ensayo sobre tipología de suelos colombianos - énfasis en génesis y aspectos ambientales*”. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 27 (104), pág. 319-341, Bogotá Colombia, 2003.
- Martínez, R. (2010) “*Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia*”, Universidad nacional de Colombia, Facultad de ciencias económicas, Instituto de estudios ambientales, Maestría en medio ambiente y desarrollo Bogotá, 2010.
- Martínez M., Rubio E., Oropeza J., y Palacios C. (2009). “*Control de Cárcavas*”. Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, Montecillos, Estado de México, 9 pág., 2009.
- MinAmbiente (2010). “*Metodología general para la presentación de estudios ambientales*”, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial”, Viceministerio de Ambiente, Dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales, 72 pág. República de Colombia, Bogotá, D.C. 2010
- Miranda C. (2016). “*Suelos*”. Curso Ciencias de la Tierra, Curso Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 2016.
- Miró M de., y Tulla A. (1989). “*Métodos de evaluación de impactos ambientales*”, Universidad autónoma de Barcelona, 1989
- Pavón, A (2003). “*Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz Anejo III: Análisis de suelo*”, Universidad de Castilla - La Mancha Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real, 58 pág., España, junio de 2003.
- Perdomo, C., Barbazán M. y Durán J. (2001). “*Nitrógeno*”, Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Área de suelos y aguas, cátedra de fertilidad, Montevideo, Uruguay, 74 pág., 2001.
- Peña, E. y Acuña, E. (2015) “*Residuos de la cosecha forestal: aprovechamiento*”. En: “*Rastrojo de cultivos y residuos forestales. Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región de Biobío*” Ministerio

- de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile, pág. 156-1687, 2015.
- Raffo, E. (2015). “*Valoración económica ambiental: el problema del costo social*”, Revista de la facultad de ingeniería industrial”, Ind. data 18(1), 2015.
- Ramos L. y García M. (2010). “*Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino*”. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá – Colombia, 2010
- Rojas, C. (2009) “*Interpretación de la disponibilidad de fosforo en los suelos de Chile*” en: Tecnologías y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de los suelos degradados Centro Regional de Investigación INIA La Platina, Santiago de Chile, 2009, 20 pág.
- Rojas, J. (2015). “*Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano*”, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2015.
- Oliva D. (2009). “*Determinación de la acidez intercambiable ($Al^{+3}+H^{+}$) a partir del pH para la estimación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en suelos de la cuenca del Pacífico en El Salvador, Honduras y Nicaragua*”, Zamorano, Honduras, Diciembre; 2009, 28 pág.
- Salinas J, y Sánchez P (1976). “*Relaciones suelo-planta que afectan las diferencias entre especies y variedades para tolerar baja disponibilidad de fosforo en el suelo*”. Revista Ciencia y cultura (28)2, pág. 156-168, Brasil, 1976.
- Schlatter J. (1977). “*La relación entre suelo y plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile central. Análisis de la situación actual y planteamientos para su futuro manejo*”, Revista Bosque Vol. 2 N° 1, 1977.
- Schlatter J. y Otero L. (1995). “*Efecto de Pinus radiata sobre las características químico-nutritivas del suelo mineral superficial*”. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile, Bosque 16 (1), pág., 29-46, 1995.
- Porta, J., López, M. y Poch, R.M. (2008). “*Introducción a la Edafología. Uso y protección del suelo*”. Ed. Mundit Prensa. Madrid, 2008

- POT (1999). “*Plan De Ordenamiento Territorial. Dimensión ambiental*”, Documento Técnico, Municipio de Popayán, pp. 354., 1999.
- Richter, y Calvo, J. (1995). “¿Es una plantación forestal un bosque?” Revista Forestal Centroamericana. Turrialba, Costa Rica pp. 12-13.
- Rivas, Y., Oyarzún C., Godoy L., & Valenzuela E. (2009). “*Mineralización del nitrógeno, carbono y actividad enzimática del suelo en un bosque de Nothofagus obliqua (Mirb) Oerst y una plantación de Pinus radiata D. Don., del Centro-Sur de Chile*”, Revista Chilena de Historia natural, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567 82: 119-134, 2009, Valdivia, Chile.
- Rivera, Y., Moreno, L., Herrera, M., & Romero, H. M. (2016). “*La toxicidad por aluminio (Al³⁺) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite*”. Palmas, 37(1), 11-23
- Soberanis, A. (2004). “*Metodologías Matriciales de Evaluación Ambiental para Países en Desarrollo: Matriz de Leopold y Método Mel-enel*”. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala .
- Tagore R (s,f.) “*La madera*” unidad 7, s.f.
- Urrego, B (2009). “*La reforestación con coníferas y sus efectos sobre la acidificación, podsolización y pérdida de fertilidad de los suelos*”, Informaciones agronómicas N0 28 Ed. Smurfit Cartón de Colombia, Cali Colombia, 10 pág., 2009
- Valle S., Pinochet D., Carrasco J. y Calderini D. (2008). “*Acidez del suelo y aluminio intercambiable en condiciones de campo en la X región de Chile*”, Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad austral de Chile, 2008
- Wikipedia (2017). “Pinus Kesiya”, 2017 en: http://wikivisually.com/lang-es/wiki/Pinus_kesiya

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico de impactos ocasionados

A. Impactos a humedales





B. Impactos directos al suelo











Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nombre: Conastor S.A.S Barrio Valencia
Finca: Tablón
Tel / Fax:
Vereda: El Tablón
Municipio: Popayán
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada: 22/07/2016
Fecha salida: 16/08/2016
Material: Suelo
Tipo de análisis: COMPLETO

Sin cosechar muestra 2



RESULTADOS DEL ANALISIS

| Nº Muestra | Codigo Lab. | Prof. (cm) | pH | N-tot (g/kg) | M.O. (%) | P (ppm) | Sulf. (%) | ELEMENTOS | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------------|------|--------------|----------|---------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|----|----|
| | | | | | | | | Al | Ca | Mg | K | Na | CiCa | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Co | Mo |
| 1 | 40781 | 0,2 | 5,10 | 0,09 | 1,90 | 1,8 | 29,74 | 0,80 | 1,21 | 0,23 | 0,14 | 0,31 | 1,89 | 0,31 | 1,1 | 15,2 | 0,4 | 1,7 | T | T |
| | | | F | D | B | F | F | F | F | D | F | F | 0,00 | B | C | D | F | C | F | F |

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido inferior a "muy pobre". Esta sigla A: Alcalino B: Neutro C: Ligera acidez D: Moderadamente ácido F: Fuertemente ácido E: Muy ácido Esta sigla A: Alto B: Medio B: Bajo

CONSULTE AL AGRÓNOMO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, MÉTODOS Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN

RECOMENDACIÓN

RECOMENDACION FERTILIZACION

| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
|---|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | | |

Métodos de análisis

Acidez resumida: KCl 1N, M.O.: Walkley & Black; P: Bray II; Ca: Mg, K y Na: ACOBEN 1N pH7
Ca, Fe, Zn, Mn: Orla Aado.
B: Absorción Atómica por Atomwett.

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel.: Laboratorio (2)8237893 T elefex SADR (2)8231043
E-mail: labsueloscauca@hotmail.com

Analistas: Ricardo Bonilla - Wiliana Muñoz
Elaboró: Henry Sánchez
Zavaleó: Ing. Hernando Sánchez Escobar

Paula
Vo Bo

Nombre: Conastor S.A.S Barrio Valencia
Finca: Tablón
Fecha entrada: 22/07/2016
Fecha salida: 16/08/2016
Materia: Suelo
Tipo de análisis: COMPLETO
Dpto: 10. Cauca
Municipio: Popayán
Interpretación: Sin cosechar muestra 4



| Muestra | Codigo Lab. | Prof. (cm) | pH | N-total | M.O. | | N.P. | Srt Al | Al | Ca | Mg | K | Na | CICa | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Co | Mo |
|---------|-------------|------------|------|---------|-------|-----|-------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|----|----|----|
| | | | | | 1:2.5 | (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 40784 | 0.2 | 5.30 | 0.41 | 8.23 | 2.2 | 15.27 | 0.40 | 1.50 | 0.20 | 0.19 | 0.33 | 2.22 | 0.32 | 0.3 | 13.8 | 0.1 | 1.5 | T | T | T |
| | | | F | C | A | F | F | F | F | F | D | F | F | B | F | D | F | F | C | F | F |

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excedido. B: Contenido "adecuado" o adecuado. C: Contenido "moderado" o moderado. D: Contenido "poco" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido "bajo" o "muy poco". **TEXTURA:** DE Franco Arenoso. **EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCÁNICAS:** SI. **T = TRAZAS**

RECOMENDACION FERTILIZACION

| Nutrientes puros en Kg/HA/Año | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
|-------------------------------|---|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | | | |

Metodos de analisis


| Cod. Lab | Cultivo |
|----------|---------|
| 40784 | Cultivo |

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
Elaboró: Henry Sánchez
Revisó: Ing. Hernando Sánchez Escobar

NOTA: Los resultados obtenidos son válidos únicamente para la muestra analizada y la misma fue tomada por personal ajeno al laboratorio.
Consulte con su Ing. Agrónomo Asesor.
Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
E-mail: labusueloscauca@hotmail.com

16/08/2016


Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural



Nombre: Conastor S.A.S Barrio Valencia
Finca: Tablón
Tel / Fax:
Vereda: El Tablón
Municipio: Popayán ETC
Pto: 10. Cauca

Fecha entrada: DD 22 MM 7 AA 2016
Fecha salida: DD 16 MM 8 AA 2016
Material: Suelo
Tipo de análisis: COMPLETO

Cosechado muestra 1



| Nº Muestra | Codigo Lab. | Prof. (cm) 1-2,5 | pH | N-total | | M.O (%) | P (ppm) | Sulfuro (%) | | Ca (mg/100g) | K | Na | CICa | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Co | Mo |
|------------|-------------|------------------|------|---------|------|---------|---------|-------------|------|--------------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|----|----|
| | | | | g/kg | g/kg | | | g/kg | g/kg | | | | | | | | | | | |
| 6 | 40785 | 0,2 | 4,90 | 0,13 | 2,64 | 2,0 | 32,68 | 1,00 | 1,35 | 0,20 | 0,23 | 0,28 | 2,06 | 0,32 | 1,3 | 16,0 | 0,1 | 1,5 | T | T |
| | | | F | D | B | F | F | F | F | F | C | F | B | C | D | F | C | F | T | T |

CONSULTE AL AGRÓNOMO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, MÉTODOS Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN

RECOMENDACIÓN

TEXTURA: 02 Aredo-Vermoso
EVIDENCIA DE CIENIZAS VOLCÁNICAS: SI
T = TRAZAS

Métodos de análisis

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Acidez equivalente | KCl 1N M.O |
| Waters & Stock | P Bray 1 Ca |
| Mg & K de Adams | 1N pH 7 |
| Cu, Fe, Zn, Mn | Destilado |
| 8 | Atención Atención por Atención |

RECOMENDACION FERTILIZACION

| Nutrientes puros en Kg/ha/año | P2O5 | K2O | CaO | MgO |
|-------------------------------|------|-----|-----|-----|
| | | | | |

NOTA: Los resultados obtenidos son válidos únicamente para la muestra analizada y la misma fue tomada por personal ajeno al Laboratorio.

Consulte con su Ing. Agrónomo Asesor.

Laboratorio de Asistencia Técnica y Diagnóstico de Suelos
Carrera 6 Calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
E-mail: labsueloscauca@hotmail.com


Ing. Humberto Sánchez Escobar

Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural



Nombre: Conastor S.A.S Barrio Valencia
Finca: Tablón
Tel / Fax: 77 16
Vereda: El Tablón
Municipio: Popayán ETC
Dpto: 10, Cauca

Fecha entrada: 22 7 2016
Fecha salida: 16 8 2016
Material: Suelo
Tipo de análisis: COMPLETO



Cosechado muestra 2

| Nº | Codigo Lab. | Prof. (cm) | pH | N-total | | M.O (%) | P (ppm) | Sulf. (%) | Al | | Ca | Mg | K | Na | Cl | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Co | Mo |
|----|-------------|------------|------|---------|-------|---------|---------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|----|----|----|----|
| | | | | mg/kg | mg/kg | | | | mg/kg | mg/kg | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 40787 | 0,2 | 4,70 | 0,24 | 4,88 | 2,0 | 31,85 | 1,00 | 1,40 | 0,20 | 0,23 | 0,31 | 2,14 | 0,33 | 1,6 | 15,9 | 1,3 | 1,4 | T | T | T | T |
| | | | F | D | M | F | F | F | F | C | F | F | 0,00 | B | B | D | F | D | F | F | F | |

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo, B: Contenido "suficiente" o adecuado, C: Contenido "moderado" o adecuado, D: Contenido "bajo" o deficiente, E: Valor muy alto "excesivo" que puede ser perjudicial, F: Contenido ínfimo o "muy pobre", P: Fósforo, K: Potasio, N: Nitrogeno, S: Sulfuro, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, M.O: Materia Orgánica, P: Fósforo, S: Sulfuro, Cu: Cobre, Zn: Zinc, Mn: Manganeso, Cl: Cloruro, Fe: Hierro, Na: Sodio, Mo: Molibdeno, Si: Silicio

RECOMENDACION FERTILIZACION
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año
N 70, P₂O₅ 100, K₂O 100, MgO 100

RECOMENDACION FERTILIZACION
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año
N 70, P₂O₅ 100, K₂O 100, MgO 100

Metodos de analisis
A: Colorimetrico KCI 1N, M.O. Voluimetrico, P: Bray II, Ca: Mg, K y Na: ACOHHA 1N pH 7 Cu, Fe, Zn, Mn: Orlon Atdo.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
Elaboró: Henry Sanchez
Revisó: Ing. Hernando Sanchez Escobar

Carretera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales, Tel: Laboratorio (2)8237893 T elefax SADR (2)8231043
E-mail: labsoelosc Cauca@hotmail.com

NOTA: Los resultados obtenidos son validos unicamente para la muestra analizada y la misma ha tomada por personal ajeno al Laboratorio.
CONSULTE CON SU Ing. Agrónomo ASesor.
CONSULTE CON SU Ing. Agrónomo ASesor.
E-mail: labsoelosc Cauca@hotmail.com

[Handwritten signature]



Nombre: Carolina Cedeño
 Finca: Granja mamá lombriz
 Tel / Fax:
 Vereda: El Tablon
 Municipio: Popayan
 Dpto: Cauca

Fecha entrada : DD MM AA
 Fecha salida : 9 8 2010
 Material : Suelo
 Tipo de análisis : Completo + E. M

RESULTADOS DEL ANALISIS

| Identif muestra | Nº Lab | Prof. (cm) | pH | N-total | M.O | | | P (ppm) | SAR | Al (%) | Ca | Mg | K | Na | ClCa | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Co | Mo | | |
|-----------------|--------|------------|------|---------|--------|-----------|-----------|---------|------|--------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|----|----|----|----|--|--|
| | | | | | 0-10cm | 10cm-20cm | 20cm-30cm | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 29402 | 0,2 | 5,20 | 0,6 | 10,60 | 4,4 | 14,0 | 0,60 | 2,20 | 0,94 | 0,48 | 0,35 | 3,97 | 0,26 | 0,8 | 8,0 | 13,5 | 1,6 | | | | | | |
| | | | F | C | A | F | B | D | F | A | F | C | D | D | D | A | C | F | F | | | | | |

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Contenido "saturado" o alto más no excede. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "bajo" o deficiente. E: Valor muy alto "excesivo" que...

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

| Identif muestra | Nº Lab | Cultivo | Nutrientes puros en Kg/ Ha | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| 1 | 29302 | Establecimiento de Praderas | | | | | |

OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES
 Textura: Franco Arenoso
 Si Hay Evidencia de cenizas volcánicas.
 T = Trazas
RECOMENDACION:
 Una vez el lote sea arado, rasado, guadado, escarificado, rayado o mínimo sobrepastoreado.
 El suelo responde bien a la incorporación de 600 kg/ha de Cal dolomítica, mas 200 kg/ha de roca fosfórica o calfos.
 25 a 30 días después suministrar al suelo e inmediatamente antes de la siembra o trasplante 260 kg/ha de abono completo 10-30-10, mas 35 kg/ha de Bora.
 Cada segundo corte o pastoreo adicionar 120 kg/ha de Urea, se recomienda aplicarla bien caída la tarde.
 Para el sostenimiento de la pradera agregar 200 kg/ha de abono 10-30-10 dividido en 2 o 3 aplicaciones al año.
 Si se desea incrementar el porcentaje de Materia orgánica en este suelo debe incorporarse 1500 a 2000 kg/ha de abono orgánico preferiblemente gallinaza bien seca y descompuesta, mas 150 kg/ha de Urea. Labor que es recomendable al finalizar la época de lluvias
 Consulte con su Ing. Agronomo asesor

Vo Bo Director