

**BENEFICIOS GENERADOS CON REFORESTACIONES DE *PAULOWNIA*  
*TOMENTOSA* (KIRI). EL CASO DEL ECOPARQUE PERILAND, MUNICIPIO DE  
CAJICÁ (CUNDINAMARCA)**

**LUIS CARLOS SALAZAR ESTEVEZ**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONOMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
BOGOTÁ  
2018**

**BENEFICIOS GENERADOS CON REFORESTACIONES DE PAULOWNIA  
TOMENTOSA (KIRI) PARA AREAS DEGRADADAS. EL CASO DEL  
ECOPARQUE PERILAND, MUNICIPIO DE CAJICÁ (CUNDINAMARCA)**

**LUIS CARLOS SALAZAR ESTEVEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Magíster en  
Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**Director**

**Geo. ROGELIO PINEDA MURILLO**

**M.Sc. en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**Docente Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo –CIMAD,  
Universidad de Manizales**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONOMICAS Y**

**ADMINISTRATIVAS**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

**BOGOTÁ**

**2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme salud, todas mis habilidades psicomotrices, sabiduría y sobre todo las fuerzas necesarias en aquellos momentos difíciles y permitirme ir de su mano para alcanzar tan anhelado logro en mi vida.

A mis padres por ser el apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores, su perseverancia, su constancia y su amor, que permitieron el empuje para llegar hasta este punto.

A mis docentes, por su gran apoyo y motivación e inspiración durante el proceso de aprendizaje y para la elaboración base de la presente investigación.

A la Universidad de Manizales, a la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, a la directora de la Maestría, Irma Soto Vallejo, al docente Rogelio Pineda Murillo y demás docentes por permitirme formar parte de una generación de grandes luchadores por el cuidado del planeta y triunfadores para el mundo bajo la consigna del desarrollo sostenible. De igual forma a todos mis compañeros y colaboradores.

Al Ecoparque Periland, representado por Ricardo Perilla, tras permitirme entrar en su entidad para transmitir y adquirir conocimientos y experiencias, además por acogerme y brindarme todo su apoyo.

Y a todas las personas que de una u otra forma me aportaron para la culminación del trabajo.

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, por su constante persistencia*

*A mi hermana, por su confianza y optimismo*

*A mi pareja, por su apoyo incondicional y entereza*

*Y a mis amigos, por su comprensión y ayuda.*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ABSTRAC .....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
1. OBJETIVOS .....	11
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
2. SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN O HIPÓTESIS .....	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	16
5. CONTEXTO TERRITORIAL .....	18
6. MARCO TEÓRICO.....	22
6.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	22
6.1.1 El Suelo .....	22
6.1.2 Degradación de los Suelos .....	23
6.1.3 Conservación de los suelos .....	25
6.1.4 Reforestación .....	26
6.1.5 <i>Paulownia</i> y sus características.....	26
6.1.5.1 Características de la especie de <i>Paulownia tomentosa</i> .....	28
6.1.6 Planificación rural y el uso del suelo en Cajicá .....	29
6.1.7 Desarrollo Sostenible .....	29
6.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	31
6.3 MARCO REFERENCIAL .....	32
7. METODOLOGÍA .....	38
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	38
7.2 DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
7.3 DISEÑOS DE INSTRUMENTOS.....	41
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
8.1 TRABAJO DE CAMPO .....	44
8.2 PROCESAMIENTO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	46
8.3 APLICACIÓN DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS .....	48

8.3.1	Aplicación de encuesta de reconocimiento – funcionarios (Anexo 1).....	49
8.3.2	Aplicación de encuesta de reconocimiento – General (Anexo 2) .....	52
8.3.3	Aplicación de las entrevistas (Anexo 3).....	57
8.4	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE LA REFORESTACIÓN CON <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i> (KIRI) EN LA ZONA PILOTO DEL ECOPARQUE PERILAND.....	57
8.5	IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS POR ESTUDIOS COMPARATIVOS DE REFORESTACIONES CON <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i> (KIRI).....	65
8.6	ELEMENTOS DE DISCUSIÓN PARA LA CONSIDERACIÓN DE <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i> (KIRI) COMO ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS.....	68
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	74
	ANEXOS .....	84
1.	MODELO DE ENCUESTAS .....	84
1.1.	Modelo de encuesta de reconocimiento – funcionario.....	84
1.2	Modelo de encuesta de reconocimiento – general .....	85
2.	MODELO DE ENTREVISTAS .....	86

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1: Relación con Objetivos de Desarrollo Sostenibles - (ODS) – Cajicá (2016- 2019) .....	30
Grafica 2: Ruta de Investigación Descriptiva en la propuesta de investigación. ....	39
Grafica 3: Estrategia Metodológica aplicada a la propuesta investigativa.....	40
Grafica 4: Técnicas e instrumentos en recolección de datos para la investigación.....	43
Grafica 5: Representación gráfica de resultados estadísticos descriptivos en encuesta de reconocimiento - funcionarios.....	52
Grafica 6: Representación gráfica de resultados estadísticos descriptivos en encuesta de reconocimiento - General.....	55

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Caracterización de la tabulación de las encuestas.....	47
Tabla 2: Análisis de tabulación tras la aplicación de las encuestas.....	49
Tabla 3: Información básica de los entrevistados .....	57

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Foto 1: Información del estado de la muestra en el Ecoparque Periland. ....	45
Foto 2: Resultado Test de pH en zona piloto .....	59
Foto 3: Resultado Test de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) en zona piloto .....	60
Foto 4: Resultado Test de Potasio (K) en zona piloto.....	60
Foto 5: Información sobre la delimitación de la zona investigación.....	61
Foto 6: Información de la siembra piloto en el Ecoparque Periland .....	61
Foto 7: Mejoramiento en crecimiento y desarrollo del piloto entre meses de mayo – septiembre de 2017.....	62
Foto 8: Aparición de especie P. maidis (Salta Hojas) en las plantas de Paulownia tomentosa.....	63
Foto 9: Muestra final del piloto durante el mes de julio de 2018.....	64
Foto 10: Proyecto con P. tomentosa en Jamundí (Valle del Cauca) - Agropaucol .....	67
Foto 11: Proyecto con P. tomentosa en Villeta (Cundinamarca) – UDC.....	67
Foto 12: Proyecto con P. tomentosa en Antioquia – WAP .....	68
Foto 13: Proyecto con P. tomentosa en Bucaramanga – CDMB .....	68

## LISTA DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1: Localización de la zona de estudio .....	18
Mapa 2: Mapa Geográfico del Vereda Chuntame, Sector Manas, Periland EcoPark. ....	21
Mapa 3: Toma Satelital con división estructurada para toma de muestreo.....	44

## RESUMEN

La afectación ambiental que se evidencia hoy en día en el planeta y en el país, tras los grandes impactos que ha generado el creciente calentamiento global, han llevado a replantear todas las acciones que el ser humano realiza con el fin de remediar dichos impactos. A partir de esto, Colombia ha desarrollado una estrategia de recuperación ambiental basada en la reforestación, con una de las especies forestales de *Paulownia*, la cual ya han sido utilizada en diferentes países, ya que representan un aporte de recuperación al ambiente y un enganche hacia el desarrollo sostenible.

El departamento de Cundinamarca, el cual cuenta con diferentes pisos térmicos y temperaturas cambiantes según la zona, abrió desde el año 2016 en el municipio de Villeta, el cual presenta temperaturas que oscilan entre los 20 y 30°C, la reforestación de varias zonas del municipio con *Paulownia tomentosa*. Sin embargo, partiendo de la capacidad de adaptabilidad que posee la especie de *Paulownia* a nivel mundial y basados en las necesidades de recuperación ambiental para la Sabana de Bogotá, la cual cuenta con temperaturas entre los 6 y 20 °C aproximadamente, se estable esta investigación.

El objetivo de este documento, parte de analizar los beneficios generados por reforestaciones con la especie de *Paulownia tomentosa*, lo cual se estable con la concepción de diferentes elementos necesarios para determinar este proceso. Como primer elemento, la investigación presenta una prueba de plantación piloto con un aproximado de 100 plántulas en el Ecoparque Periland de Cajicá, Cundinamarca, el cual se representa con el caso del presente informe, con la intención de evaluar el crecimiento y mortalidad de la especie en la zona de estudio. La investigación establece la identificación de impactos socio-económicos y ambientales, mediante la comparación con los demás procesos de reforestación realizados a nivel nacional e incluso internacional, para concluir y proponer elementos concisos que permitan la consideración de la especie como estrategia para reforestación.

Palabras claves: Reforestación, recuperación ambiental, adaptación, desarrollo sostenible, *Paulownia Tomentosa*, Ecoparque Periland, restauración ecológica, especies forestales.



## ABSTRAC

The environmental affectation that is demonstrated nowadays in the planet and in the country, after the big impacts that the increasing global warming has generated, they have led to restating all the actions that the human being realizes in order to remedy the above-mentioned impacts. From this, Colombia has developed a strategy of environmental recovery based on the reforestation with one of Paulownia's forest species, which already have been used in different countries, since they represent a contribution of recovery to the environment and a hooking towards the sustainable development.

Cundinamarca's department, which has different thermal floors, temperature and changes according to the area, opened since 2016 in Villeta's town, which presented between 20 and 30 ° C, reforestation of several areas of the town with *Paulownia tomentosa*. However, the adaptation capacity of the *Paulownia* species worldwide and based on the needs of environmental recovery for the Sabana de Bogotá, quality with temperatures between 6 and 20 ° C approximately, is establish this research.

The aim of the document divides of analyzing the benefits generated by reforestations with Paulownia Tomentosa, which stable with the conception of different necessary elements to determine the above-mentioned process. Since the first element established a test of pilot plantation with brought near of 100 plants in the Ecoparque Periland of Cajicá, Cundinamarca and to which there is represented the case of the formless present, this by the intensesness of characterizing the behavior and adjustment of the species in the zone of study. From this, the offer establishes the identification of socio-economic and environmental impacts by means of the comparison with other processes of reforestation realized national and even internationally to conclude and to propose concise elements that allow the consideration of the species as strategy for reforestation in degraded zones.

Key words: Reforestation, environmental recovery, adaptation, sustainable development, Paulownia Tomentosa, Periland EcoPark, ecological restoration, forest species.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica y la elevada deforestación, se han convertido en la base de los principales problemas ambientales colombianos, debido a que repercuten no solo en el deterioro de los recursos naturales, sino también en aspectos de salubridad, economía y calidad de vida. Según el Atlas Global de Justicia Ambiental (2017), el país figuró como uno de los mayores con problemas ambientales de América Latina<sup>1</sup>, situación que genera gran preocupación debido a que el país es considerado el segundo a nivel mundial con mayor biodiversidad.

La reforestación se considerada como una gran estrategia de remediación para estos problemas ambientales dispersos por todo el país, ya que permitirían mitigar las afectaciones por actividades antrópicas. Sumado al proceso, la iniciativa de vincular a la reforestación la especie de *Paulownia tomentosa*, permite mejorar las condiciones de recuperación ecológica y ambiental de la zona. La *P. tomentosa* la cual ya ha incursionado en diferentes departamentos de Colombia y que en la presente investigación busca analizar beneficios en el municipio de Cajicá, es una especie con un gran potencial de regeneración de recursos como suelo y aire, además de la preservación del recurso agua; es importante mencionar que la especie es maderable, lo que incursionaría en el crecimiento económico, permitiendo, el desarrollo sostenible en la región. Por otra parte, la *P. tomentosa* es generadora de una gran cantidad de biomasa, lo que otorgaría la generación de energías más limpias, y por su alto contenido de nutrientes, otras actividades como la alimentación del ganado, con las hojas que produce la *P. tomentosa*.

La presente investigación muestra los beneficios que la reforestación con *Paulownia tomentosa* ha traído en diferentes regiones del país, y mediante un caso exacto tras una prueba piloto en el Ecoparque Periland, se analizan cada una de las características, crecimiento y mortalidad de la especie en el municipio de Cajicá, bajo las condiciones ambientales de la Sabana de Bogotá, con el fin de lograr comparar los impactos positivos o negativos que tendría la especie para una futura aplicación en suelos afectados por la contaminación o en su defecto ya degradados.

---

<sup>1</sup> Fernández, Scarlet (2017). Los 10 Problemas Ambientales de Colombia Más Graves. Lifered. Bogotá.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar los beneficios generados por reforestaciones con *Paulownia tomentosa* (Kiri), partiendo del caso del Ecoparque Periland del municipio de Cajicá (Cundinamarca).

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar una evaluación de crecimiento y mortalidad por la reforestación con *Paulownia tomentosa* (Kiri) en la zona piloto del Ecoparque Periland.
2. Identificar impactos ambientales y socio-económicos por estudios comparativos de reforestaciones con *Paulownia tomentosa* (Kiri).
3. Proponer elementos de discusión para la consideración de *Paulownia tomentosa* (Kiri) como estrategia de recuperación de suelos.

## 2. SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN O HIPÓTESIS

El desarrollo de la especie en el país, se presentó desde hace un aproximado de 10 años, tras diversas modificaciones genéticas, enfocadas en establecer la especie a los pisos térmicos que posee el territorio. La modificación e incursión de la especie al territorio colombiano se dio por la empresa Paulownia SAS, la cual hoy se presenta con una nueva razón social, como “We Are Paulownia - WAP”<sup>2</sup>. WAP está ubicada en el oriente antioqueño y enfocada en la adaptación de la especie, sin embargo, la empresa trabaja en la reforestación de diversas zonas del país, con algunas variedades de *Paulownia* (*P. tomentosa*, *P. Shandong*, *P. elegantia*), para diferentes fines.

De esta forma, la investigación lleva a un supuesto enfocado en el crecimiento, mortalidad y recuperación ambiental, por parte de la especie de la siguiente manera:

- La especie forestal de *Paulownia tomentosa* se adapta a las condiciones climáticas y ambientales del municipio de Cajicá.
- La especie establece diferentes atributos que generan beneficios para la recuperación de suelos degradados o afectados por la contaminación.

---

<sup>2</sup> Velez, S. (2013). We Are Paulownia. Medellín: Disponible en <http://wearepaulownia.com>

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los impactos ambientales generados en pleno Siglo XXI, han sido tan evidentes y catastróficos que han obligado a establecer nuevos parámetros de mitigación de impactos para el planeta. Los efectos antrópicos y naturales cada día desencadenan más afectaciones al ambiente, con grandes problemáticas como el Efecto Invernadero y el Cambio Climático; este último, más conocido como la variación del clima por las acciones humanas, altera el desarrollo natural del ambiente y la atmosfera tras altas temperaturas en la superficie, o en su defecto, causa inundaciones<sup>3</sup> reflejadas en todo el planeta.

Durante mucho tiempo, los seres humanos satisfacen las necesidades básicas con lo que el planeta Tierra les brinda, sin embargo, ha sido tan alto el nivel de extracción, que se ha convertido en sobreexplotación de los recursos, que, en algunos casos, se podrían llegar a agotar sin posibilidad de regeneración. El derroche, la contaminación, las malas prácticas con el recurso hídrico, con el suelo, los seres vivos y recursos minero energéticos, son las principales causas del impacto ambiental y el Cambio Climático.

El suelo, es uno de los espacios en el que el hombre incursiona mucho más, de forma determinante; desde sus orígenes, viene sacándole el máximo de provecho a lo que bien puede ser conocido como la piel de la Tierra. Estos procesos dejan alteraciones físicas, químicas y biológicas como el agotamiento, la erosión, desertización, deterioro y la contaminación o envenenamiento<sup>4</sup> al suelo, tras la explotación y generación de efectos en el planeta y en el mismo ser humano.

Colombia es uno de los tantos países del planeta Tierra, afectado por efectos como los del cambio climático; según el IDEAM<sup>5</sup> tras pronunciarse en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (2016), afirmó que en pleno inicio del Siglo XXI se ha

---

<sup>3</sup> Acción Cultural Popular. (2016). Adaptación al Cambio Climático. Bogotá: Escuelas Digitales Campesinas. Bogotá. Disponible en: <http://www.escuelasdigitalescampesinas.org>

<sup>4</sup> Elías, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, F. (2015). Ciencias para el mundo contemporáneo, Unidad 5: Impacto ambiental. El planeta herido. McGraw-Hill Companies. Cataluña.

<sup>5</sup> IDEAM (2018). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Bogotá. Colombia.: Disponible <http://www.ideam.gov.co/>

logrado evidenciar un aumento aproximado del 0,14°C y se espera que para finales del mismo pueda alcanzar la temperatura, un aproximado de 2,14°C, lo que supondrá ser catastrófico para el país y el planeta<sup>6</sup>; sin embargo, estos efectos en Colombia se intensifican tras las malas prácticas en la agricultura, minería, ganadería, pesca entre otros. Adicional, las tres primeras actividades, son las mayores aportantes de los problemas a los suelos, fuentes hídricas y aire en Colombia.

Otra problemática, que afecta no solo al planeta, sino también al país, es la contaminación atmosférica; la implementación de calefacciones y aires acondicionados en los hogares, el aumento masivo de los vehículos que funcionan con combustibles fósiles, y la industrialización, son responsables de cargar la atmosfera de humos, que transportan diferentes contaminantes como, los óxidos de carbono, de nitrógeno, de azufre, metales, partículas en suspensión, cenizas, entre otros<sup>7</sup>. La Sabana de Bogotá, zona a la pertenece el municipio de Cajicá, el cual es tomado para la aplicación de la investigación, presenta gran afectación por las incidencias mineras, la expansión excesiva de *Eucalipto* y las grandes zonas industriales, que llevan a generar erosiones, pérdida de la fertilidad en suelos, pérdida de biodiversidad y aumento de gases en la atmosfera.

La problemática en la cual se soporta la investigación, parte de la afectación que posee el suelo del Ecoparque “Periland”, no solo por el deterioro de las propiedades tras el paso del tiempo, sino también, por la expansión del Eucalipto, el cual se convierte en punto clave, con el fin de lograr la erradicación del mismo y de esta forma establecer un análisis de los posibles impactos positivos o negativos, tras la reforestación con *Paulownia tomentosa*.

De igual forma, la implementación de la investigación busca establecer un punto de comparación con investigaciones ya desarrolladas en el país, con el fin mejorar la calidad del aire, recuperar suelos en general degradados y establecer una nueva especie introducida

---

<sup>6</sup> IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015, marzo). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá.

<sup>7</sup> Elías, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, F. (2015). Ciencias para el mundo contemporáneo, Unidad 5: Impacto ambiental. El planeta herido. McGraw-Hill Companies. Cataluña.

para fines maderables sin modificación o alteración de los ecosistemas naturales. Es así, como partiendo del análisis del contexto se hace la formulación del problema:

¿Qué beneficios o impactos positivos y/o negativos puede generar la reforestación con *Paulownia tomentosa* (Kiri) en el Ecoparque Periland y otras áreas con afectación ambiental?

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Desde el origen de la vida humana y tras la disminución de especies para la caza, el hombre descubrió la posibilidad de sembrar las semillas que cosechaban de plantas silvestres;<sup>8</sup> con estas actividades, el ser humano aprendió a trabajar el suelo con procesos que con el tiempo lo fueron condicionando. A partir de este proceso consecutivo, se empezaron a mostrar los grandes impactos generados de las actividades antrópicas en el planeta e incluso en Colombia. Las propiedades de los suelos, poco a poco fueron disminuyendo llegando a perderse, dejando zonas infértiles e incluso áridas debido a las actividades productivas y extractivas como la agricultura, ganadería, minería<sup>9</sup> y la tala de bosques que hacen parte de las causales de las problemáticas ambientales más severas del planeta.

Según lo anterior, la presente investigación se enfoca en la posibilidad de recuperar los suelos afectados en el Ecoparque “Periland” de Cajicá, a partir de una reforestación con *Paulownia tomentosa*, de tal forma que el terreno logre modificarse y disponerse según el uso establecido por la administración municipal, como un suelo productor protegido. A partir de los intereses de la propuesta, y con el Acuerdo de París para Colombia establecido en la pasada COP21<sup>10</sup> de 2015, se expone cómo será el actuar del país colombiano frente al cambio climático, lo cual empieza a despertar varios intereses para trabajar sobre investigaciones, que puedan ayudar a cumplir con los objetivos de dicho acuerdo; en este sentido y pertinente a la investigación, el acuerdo establece la importancia de recuperar los bosques e implementar los mismos de forma sostenible, por otro lado, también se establece la necesidad de una restauración ecológica con la aplicación de mejores prácticas para el uso de los suelos y una ganadería sostenible.<sup>11</sup>

El municipio de Cajicá representado por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Económico además de la fundación Bosques Verdes, marcan su interés en la investigación basada en el

---

<sup>8</sup> Harris, Marvin. (1986). Cannihals and kings. The origins of cultures. Barcelona. Salvat Editores, S.A. Cap., El origen de la agricultura.

<sup>9</sup> Elías, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, F. (2015). Ciencias para el mundo contemporáneo, Unidad 5: Impacto ambiental. El planeta herido. McGraw-Hill Companies. Cataluña.

<sup>10</sup> Naciones Unidas. (2015) XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático. Paris, Francia.

<sup>11</sup> García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgins y E. M. Escobar. 2016. El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp.



cumplimiento de las metas en recuperación ecológica, Desarrollo Sostenible y erradicación de Eucalipto en el Ecoparque según la actualización en 2015 del Plan de Ordenamiento Territorial<sup>12</sup> (POT), con miras al crecimiento municipal y el reconocimiento en la implementación de estrategias de recuperación de suelos.

La *Paulownia tomentosa* conocida también como Kiri, nombre común; es una especie originaria de la china que tiene la capacidad de regenerar los suelos erosionados, almacenar agua suficiente y contribuir a la disminución de la huella de carbono, además, de ser un árbol maderable y de crecimiento rápido,<sup>13</sup> frente a otras especies. La fase innovadora de la investigación, está en la recuperación de los suelos con una especie introducida de forma controlada, en una reserva productora; a partir de esto, la implementación de varios pilotos con el fin de extender los posibles impactos positivos en el municipio o región, para lo cual no se conoce resultados anteriores, ni se trabaja sobre este tipo de estrategia de recuperación ecológica. La ejecución de la presente investigación permitió expresar en la práctica los elementos reales de crecimiento y mortalidad, con la aplicación de *Paulownia tomentosa* en el Ecoparque “Periland”; al trazar la búsqueda de posibles soluciones a los problemas del suelo y aire, actualmente presentes, y transmitiendo procesos teóricos prácticos a diferentes puntos afectados para una futura aplicación y solución.

Para concluir, es importante mencionar que, son limitados los antecedentes identificados a nivel nacional, referente a reforestación de alguna zona con *Paulownia tomentosa* u otra variedad de la especie; hasta el momento solo el Grupo Empresarial We Are Paulownia, trabaja sobre la modificación vegetal a la especie para presentar *Paulownias* con características todas similares o híbridos, que cumplan con el cometido estimado; lo que permite, que la investigación presente es un avance significativo a lo que podría ser, la reforestación del futuro basado en el desarrollo sostenible.

---

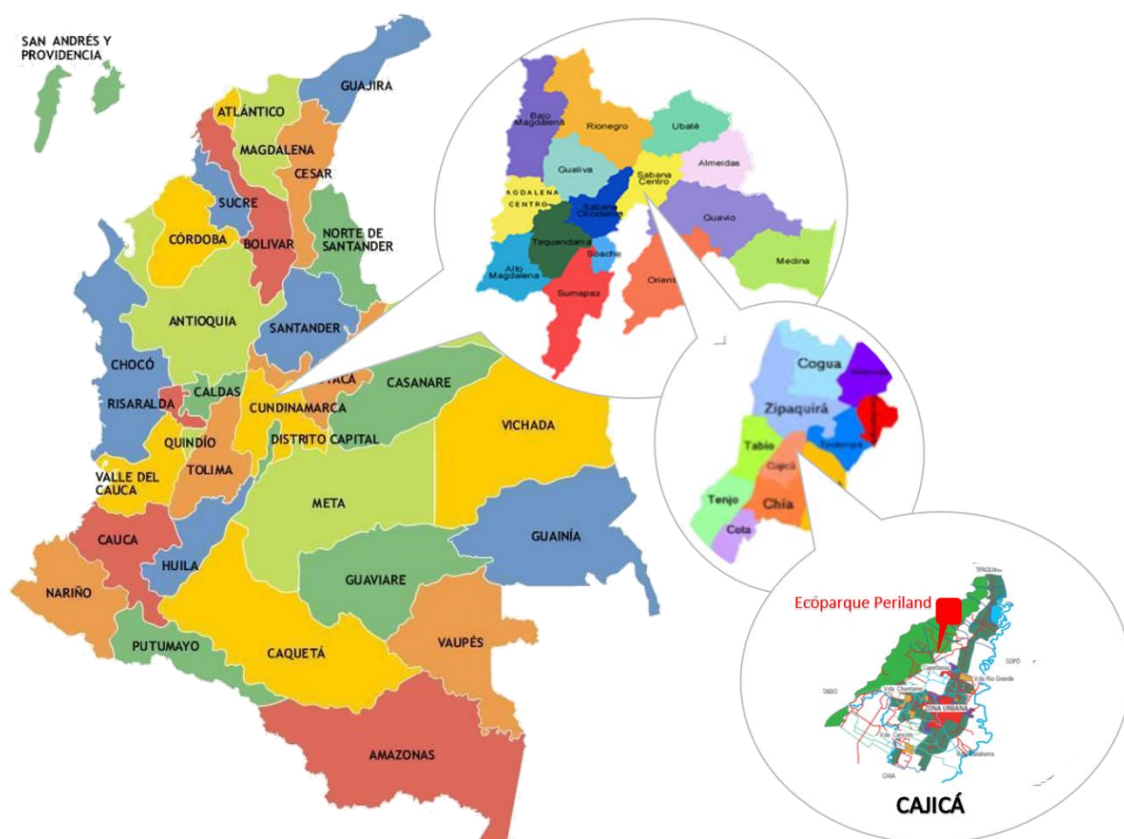
<sup>12</sup> Planeación, Gestión y Control. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial. [En Línea] Cajicá. Alcaldía Municipal. Disponible en: <http://cajica.gov.co/index.php/planeacion-gestion-y-control/pbot>

<sup>13</sup> Simms, Larry. (2012, December). What are the advantages of fast growing trees. [On Line]. The Paulownia Tomentosa trees. Available in: <http://paulowniatomentosaone.blogspot.com.co/2012/12/what-are-advantages-of-fast-growing.html>

## 5. CONTEXTO TERRITORIAL

El municipio de Cajicá se encuentra ubicado en la provincia de Sabana Centro, siendo el tercer municipio más poblado después de Zipaquirá y Chía. Cajicá se encuentra al norte de Bogotá, por la salida que conduce al municipio de Zipaquirá, siendo este su límite al norte; al sur Cajicá limita con Chía; por el oriente con Sopó; y por el occidente con Tabio. El municipio se encuentra a una altitud de 2.558 metros y tiene una temperatura promedio de 14 °C<sup>14</sup>.

**Mapa 1: Localización de la zona de estudio**



Fuente: Comfenalco. Mapa político de Colombia. Plan de Ordenamiento Territorial Cajicá. 2016

<sup>14</sup> Alcaldía Municipal de Cajicá. (2016). Referente Geográfico Cajicá. [En Línea]. Planeación. Cajicá. Disponible en: <http://cajica.gov.co/index.php/planeacion/direccion-de-ordenamiento>

Cajicá cuenta con una superficie total de 51 Km<sup>2</sup>, según la información generada por la alcaldía municipal en el año 2015<sup>15</sup>. El municipio cuenta con varios Veredas como Calahorra, Canelón, Rio Grande, La Naveta y Chuntame, esta última refiere el Sector Manas en el cual se establece el desarrollo de la investigación, fijado exactamente en el Ecoparque “Periland”, con una extensión de aproximadamente 14 hectáreas pertenecientes a entidad privada y sobre una altura de los 2600 metros sobre el nivel del mar.

Cajicá es un municipio con gran crecimiento demográfico debido al alto desarrollo que ha presentado en los últimos años; un aproximado de 58.036 habitantes, es el resultado del último censo aplicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el 2005, con perspectiva de proyección hasta el 2020<sup>16</sup>. Cajicá es un territorio que por su geografía se encuentra estratégicamente ubicado. No obstante, su cercanía con Bogotá, pertenecer a la provincia de Sabana Centro, la cual cuenta con un Plan de Desarrollo propio, su capital humano, la calidad educativa que ha consolidado, las tradiciones culturales que aún se mantienen en la mayor parte de su población, ha logrado una fuerte presencia e influencia industrial y de universidades, condiciones que lo hacen un potencial innovador para generar dinámicas de crecimiento económico en beneficio de su población<sup>17</sup>. Cajicá es un municipio que desde el año 2016 ha priorizado el planeamiento urbano sobre la construcción acelerada de vivienda, aunque el crecimiento por año no da más del 1,5% en comparación a otros municipios de la sabana, como es el caso del municipio de Zipaquirá; la gran afluencia de población propia, como de otras ciudades es muy activa, lo que ha llevado al municipio a estructurarse frente a su plan de desarrollo.

El municipio plantea como objetivo de navegación frente a dicho plan de desarrollo, el uso eficiente los recursos mediante el desempeño adecuado y ordenado de las funciones asignadas por la Constitución y la Ley, transversalizando con la aplicación en sus programas, el cumplimiento de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), en la

---

<sup>15</sup> Alcaldía Municipal de Cajicá (2016). Información general municipal. [En Línea]. Planeación. Cajicá. Disponible en: <https://www.cajica.gov.co/informacion-general/>

<sup>16</sup> DANE (2016). Resultados y proyecciones (2005-2020) del censo 2005 en Cajicá. Información estadística. Bogotá.

<sup>17</sup> Diaz, Orlando (2016). Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019. Alcaldía Municipal de Cajicá. Consejo Municipal. Cajicá.

medida que se vaya proyectando el desarrollo del municipio con actividades de parte de industrias manufactureras, hoteles y restaurantes, sector agrícola y turismo; además, lo que involucra el cumplimiento de dichos objetivos frente al desarrollo ambiental.

Cajicá estableció en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, un plan de manejo de los mismos, que lo posicionó en 2017 como el municipio líder a nivel nacional frente al diseño y aplicación de políticas y soluciones conjuntas, al problema de los residuos y a la búsqueda de nuevas tecnologías que aporten a este proceso, con el fin limitar la disposición final al relleno de Mondoñedo, al cual se disponen los residuos de Sabana Centro. El municipio estableció, mediante el PGIRS, la disposición final de 350 toneladas para transformación a compostaje con la ayuda de la empresa IBICOL LTDA; 40 toneladas mediante separación y reciclaje con la ayuda de la Asociación de Recicladores de Cajicá y finalmente, un restante de 1350 toneladas que van al relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo.<sup>18</sup>

De esta forma, el municipio mediante el plan de desarrollo se fundamenta en el cierre de brechas, la estructura territorial y la buena gestión para construir un tejido social con capital humano y un territorio competitivo e innovador, que genere calidad de vida a sus habitantes fortalecidos en la sostenibilidad y seguridad territorial. Con esta estructura, el municipio ha generado anualmente cifras positivas frente a la calidad de vida que el mismo ofrece.

Frente a las condiciones de salud en el municipio, Cajicá maneja una buena estrategia para cumplir con el cubrimiento del servicio básico de salud para sus habitantes, como lo establece el mismo Ministerio de Salud y Protección Social, sin embargo, la preocupación del municipio en pleno año 2018, está relacionado con el aumento en la tasa de embarazos en adolescentes, el cual reflejó un incremento del 10%, en comparación a los años anteriores y que preocupa no solo, por el incremento demográfico, sino, por las mismas causas de la situación. Por otro lado, el municipio mantiene una estructura organizacional de policía activa, para contrarrestar las afectaciones civiles, aunque, según los indicadores

---

<sup>18</sup> Noticentro (2017). Cajicá, es modelo de gestión en manejo de Residuos Sólidos. Portal de Noticias de Cundinamarca. Octubre. Cajicá. Disponible en: <http://www.noticentrocolombia.com/2017/10/18/cajica-es-modelo-de-gestion-en-manejo-de-residuos-solidos/>

de seguridad y convivencia del 2017, Cajicá destacó un aumento en el número de muertes violentas de un 2.5 a un 4 %, lo que deja claro que la reducción de afectaciones por violencia interpersonal o familiar se redujeron significativamente<sup>19</sup>.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial – POT del municipio de Cajicá, el cual fue actualizado en el año 2014, establece el sector “Manas” como la zona industrial del municipio, albergando en sus límites grandes empresas como Familia S.A, Termofor, Refisal, Argos, Encocables, Brinsa, Cabarria y Formik SAS; además, en él se encuentra la sede de la Universidad Militar Nueva Granada, el Club Campestre de Compensar y el Jardín Infantil CEI<sup>20</sup>. En el sector también se encuentran zonas semi urbanas e incluso a tan solo algunos metros una reserva y adjunto un proyecto de vivienda.

Desde otro punto de vista, la zona del Ecoparque se encuentra totalmente cubierta por Eucaliptos como vegetación principal, lo que permite establecer aún más relación con los procesos de reforestación con *Paulownia tomentosa*.

### **Mapa 2: Mapa Geográfico del Vereda Chuntame, Sector Manas, Periland EcoPark.**



Fuente: Google Maps. Vista satelital Ecoparque Periland. Tomado de: <https://www.google.es>.2017

<sup>19</sup> El Tiempo (2017). Cajicá, el mejor municipio de la Sabana en economía y reciclaje. Editorial El Tiempo. Diciembre. Bogotá.

<sup>20</sup> Alcaldía de Cajicá. (2014). Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Cajicá. Planeación Municipal. Diciembre. Cajicá.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

El Desarrollo Ambiental, es un concepto necesario para poder articular aspectos económicos y sociales, de tal forma que se logre una calidad de vida; sin embargo, son evidentes las grandes problemáticas que se han generado tras el pasar de los años, el desarrollo acelerado y el alto afán de consumo que presentan las industrias, y en la cual, la humanidad se ve cada vez más ligada e incluso sometida. Tras el consumo excesivo y el crecimiento de la población, los residuos también se aumentan; por lo que hoy en día es una causa primordial de los grandes impactos presentados al planeta y constituidos como amenazas globales.<sup>21</sup>

#### **6.1.1 El Suelo**

El MADS (2015), menciona que el suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta.

Seguido a esto, Jiménez (2003), expresa que el suelo es el resultado de la desintegración física y química de una roca, realizada por diferentes agentes como la atmósfera, el agua y distintos organismos, presentando variables que influyen en el proceso de formación del mismo, como la vegetación, el tiempo transcurrido y el clima, el cual representa mayor importancia.

Por otro lado, William & Thomas (1999), definen el suelo, como “La capa de componentes naturales de la superficie de la tierra que contiene materia orgánica e inorgánica y es capaz de sustentar la vida vegetal”, por otro lado, dicha materia puede estar cubierta de agua, como es el caso de los ríos y el fondo del mar.

---

<sup>21</sup> Prieto, Carlos (2003) Basuras. [Físico] Eco Ediciones. Segunda Edición. Bogotá.

El suelo es importante para los ecosistemas y a su vez sustentar la vida, puesto que es el soporte de muchos elementos, absorbe y almacena gran parte del agua, que algunos seres vivos requieren para el crecimiento y desarrollo, además de ser fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta.<sup>22</sup>

Sin embargo, son muchas los componentes que pueden alterar las propiedades de dicho elemento. Según lo estipulado en el Consejo de Europa (1972), el suelo es un recurso limitado que se destruye fácilmente por las actividades realizadas por el hombre, como la agricultura, ganadería y extracción de minerales. Estas actividades antrópicas, han llevado a la utilización de pesticidas, plaguicidas, fertilizantes; excavación de recursos fósiles y sistemas ganaderos intensivos, que hace que el suelo pierda sus propiedades, lo que genera degradación en el mismo, que en consecuencia produce suelos erosionados, infertilidad y disminución en producción de buenos cultivos.<sup>23</sup>

### **6.1.2 Degradación de los Suelos**

Según la FAO (2018), la degradación del suelo se define, como un cambio en la salud del suelo, resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema, para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios, es decir, los suelos que se encuentran degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales para un ecosistema.

De igual forma, coinciden Rojas e Ibarra (2003), en que la degradación del suelo, el cual es considerado como sustento fundamental de toda población, puede intervenir en la destrucción incluso de civilizaciones enteras, tras la necesidad de expansión por el aumento demográfico generando grandes impactos y afectación a la piel del planeta.

---

<sup>22</sup> Alfonso, Nury (2009). El Suelo. Principios Básicos para la Gestión Ambiental. Universidad EAN. Bogotá.

<sup>23</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014) Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm#Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo>

Es así, como el suelo desde su inicio ha sido intervenido por diferentes factores que han llevado a causales de pérdida parcial e incluso total generando estados desoladores por procesos como la erosión, la degradación química y exceso de sales, además de la degradación biológica y física de los suelos.

Sostiene Alfonso (2009), que la erosión es la pérdida de la capa productiva del suelo, pérdida que puede tener de origen natural o artificial. Las naturales obedecen a fenómenos naturales por la acción del agua y el viento; por otro lado, las de origen artificial o inducidas son causadas por actividades antrópicas, es decir, por el hombre, las cuales corresponden a prácticas comunes de eliminación de la flora de menor tamaño con herbicidas y maquinaria; así como el empleo de fertilizantes minerales y la destrucción con fuego, de las cosechas.

Igualmente, Pantoja (2014), afirma que la erosión es la degradación de las capas superficiales del suelo por el lavado producido por el agua y/o el transporte de partículas por el viento; que además, da lugar a procesos de desertificación en el cual el suelo pierde su potencial de producción por las actividades humanas; y desertización, en donde el potencial se pierde por un proceso natural en el que una zona varía de húmeda a desértica, sin la intervención humana.

Finalmente, el IDEAM, UDCA (2015), expresa que la degradación considera cambios negativos de una característica o propiedad. La definición de degradación de suelo por erosión corresponde a “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales”, lo cual interviene de forma directa en el desarrollo de una región en cada uno de los ámbitos antes mencionados.

Pero no solo la erosión, es factor de degradación en el suelo, Alfonso (2009), expresa que los suelos pueden verse degradados por procesos químicos y excesos de sales, los cuales tienen relación directa con la mala calidad del agua que se llega a utilizar en diferentes sistemas de riego, ya que la misma puede llegar a contener diversos elementos (excesos de



sales) que posteriormente pasan al suelo, causándole un daño, en muchas ocasiones, irreparable. Por otro lado, el manejo inadecuado de los suelos provoca la disminución de la diversidad biológica de los mismos. La incorporación de productos químicos como fertilizantes y plaguicidas afectan el balance microbiológico del suelo, lo que conlleva a que la fertilidad quede dañada durante largos periodos de tiempo.

### **6.1.3 Conservación de los suelos**

El suelo, como capa superior de la corteza terrestre, desempeña una serie de funciones claves tanto ecológicas como sociales y económicas, que resultan fundamentales para la vida. La capacidad de almacenaje, filtración, amortiguación y transformación convierte al suelo en uno de los principales factores para la protección del agua y el intercambio de gases con la atmósfera. Además, constituye un hábitat y una reserva genética, un elemento del paisaje y del patrimonio cultural, así como la fuente principal de materias primas y alimentos (CCE, 2002).

Para lograr restaurar el suelo, es importante empezar por establecer límites a las actividades que han generado enormes impactos negativos, la producción de residuos sólidos y su mala disposición hacen parte de las acciones que más afectan el suelo, en este sentido, es necesario empezar a concientizarse en la necesidad de brindarle una buena disposición a las basuras, con el apoyo por los entes gubernamentales y las entidades ambientales. Por otro lado, la tala de bosques, incremento agrícola y ganadería, son otros factores comprometedores con la sanidad del mismo.

Peña (2013), advierte que las buenas prácticas para la recuperación y conservación de los suelos tienen como principal función disminuir la erosión, y otras afectaciones. Además, expresa, que en un manejo eficiente del suelo se deben mejorar las características deseables del mismo con buenas prácticas agrícolas que combinan una serie de técnicas destinadas a su conservación, principalmente prácticas que disminuyan la erosión como lo es la reforestación.

#### **6.1.4 Reforestación**

Una de las grandes estrategias enfocadas en la disminución de los efectos del cambio climático y a su vez, la recuperación de suelos que han sido degradados, es la tan conocida siembra de especies vegetales sobre la corteza terrestre o también conocida como reforestación.

Según Bloomfield y Calle (2013), la reforestación es un método activo que busca recuperar la cobertura de un sitio deforestado o degradado mediante la introducción de semillas o plántulas, con el fin de favorecer el crecimiento de nueva vegetación y restaurar la diversidad de especies en el sitio como las propiedades del suelo.

Como complemento, la CNF (2010), expresa que la reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles. Además, Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.

De esta forma, la investigación estableció la reforestación con la especie introducida conocida como *Paulownia Tomentosa*, la cual presenta muchos beneficios frente a la capacidad que posee la especie para la regeneración de los suelos degradados y el aporte a la disminución del cambio climático en el planeta.

#### **6.1.5 *Paulownia* y sus características**

*Paulownia tomentosa* tiene una rica historia en el folclore y la tradición asiática, y una historia particularmente larga de uso en China para medicina y madera. Son muchas las

leyendas que muestran como la especie se extendió a lo largo del país, dando uso de su madera como suministró a los reyes de entonces, e incluso, se menciona que se utilizó para construir la cocina de KingYui (emperador chino de la dinastía Xia) hace aproximadamente 2600 años; por otro lado, la cultura también relaciona la especie con leyendas de buena suerte, lo cual hace que en pleno siglo XXI, muchos hogares chinos continúan plantando el árbol alrededor de sus hogares<sup>24</sup>.

*Paulownia tomentosa* es un árbol de rápido crecimiento y con un gran potencial económico por su madera, su utilización para la producción de biocombustible, así como su alto rendimiento en la producción de biomasa y su elevada tolerancia al estrés<sup>25</sup>. Según las producciones científicas establecidas a nivel internacional, *P. tomentosa* es una especie en proceso de expansión y adaptación a diferentes territorios.

Para intentar brindar solución a los impactos generados al suelo, se plantea la investigación bajo la reforestación con *Paulownia tomentosa*, también conocida como Kiri o árbol Emperatriz, la cual puede llegar a medir hasta 20 metros de altura, con hojas opuestas de color verde oscuro que presentan largos peciolos, pelosas en el haz y tomentosa en el envés. Es una planta con capacidad adaptativa a climas bajo los 2400 metros sobre el nivel del mar, además de suelos con PH neutro a ligeramente ácidos. La *Paulownia tomentosa* tiene un crecimiento muy rápido por lo cual es muy apetecida para procesos madereros.<sup>26</sup> Por otro lado, sus beneficios a la restauración del ambiente la hacen una especie que podría llegar a salvar el planeta Tierra. La *Paulownia tomentosa* es una especie aprovechable al 100%, no se desperdicia absolutamente nada, con ella se puede desarrollar simultáneamente proyectos maderables, apícolas, intercrooping, oxígeno, biomasa, forraje, recuperación de suelos y recuperación de cuencas hidrográficas.

---

<sup>24</sup> Nagata, T., DuVal, A., Schnull, M. & Tchernaja, T. (2013). *Paulownia tomentosa*: A Chinese plant in Japan. Curtis's Botanical Magazine. Volume 30 (N3). Recuperado de <https://www.researchgate.net>

<sup>25</sup> Cernadas, M. & Corredoira, E. (2014). Histology of the regeneration of *Paulownia tomentosa* (Paulowniaceae) by organogenesis. Rev. Biología Tropical. Volumen 62 (N.2). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr>

<sup>26</sup> Sánchez, Mariano (2012) *Paulownia Tomentosa*, Ficha Técnica. [En línea] Real Jardín Botánico. España. Disponible en: <https://www.valencia.es/>

### 6.1.5.1 Características de la especie de *Paulownia tomentosa*

La especie, la cual presenta diferentes variedades, es considerada una excelente estrategia para el desarrollo sostenible y la conservación de los recursos como el suelo. La *P. tomentosa* posee las siguientes características:

Es el maderable de más rápido crecimiento, en pleno desarrollo alcanza a crecer hasta 2.5 cm día. Su madera es blanca, semipreciosa muy resistente y de poco peso, es por eso que se le conoce como el aluminio de las maderas. Por otro lado, su madera posee gran demanda, ya que es una madera que no absorbe agua, es ideal para el revestimiento de interiores, muebles e instrumentos musicales, tablas de surf, embarcaciones, puertas, ventanas, raquetas de Ping Pong, bicicletas ligeras, entre otros usos. El punto de ignición de su madera es de 425°, además, una vez talada, no necesita ser secada en horno. (20-45 días).

Las hojas de la *P. tomentosa*, poseen 20% proteína cruda, con un 60% digestibilidad. Lo que permite que hojas y flores sean comestibles, incluso se utilizan como forraje para la ganadería, además, de la producción de remedios para enfermedades pulmonares y el cuidado de la piel. Sus flores ricas en almíbar son ideales para la producción melífera y otros procesos como proyectos ornamentales. La *P. tomentosa* es utilizada para la siembra en ciudades por su belleza y gran tamaño, se utiliza para contrarrestar la afectación presente en la atmosfera, en parques y avenidas alrededor del mundo, desarrollándose con perfecta normalidad en ambientes contaminados, por ser el árbol que más CO<sub>2</sub> captura y más oxígeno retorna al ambiente.

La principal característica de la especie, es su habilidad como recuperador de suelos; las hojas al caer aportan todos sus nutrientes a la capa vegetal. Sus raíces son profundas y poderosas, ideales para combatir la erosión; en la agricultura, la especie es un buen aliado con cultivos alternos, en cultivos intercalados mejora los rendimientos, succiona metales pesados de los suelos, ofreciendo protección contra la erosión por viento y la evapotranspiración. Su enorme capacidad de regeneración tras corte, hace que rebrote, sin

necesidad de ser replantada hasta 3 veces en cultivos maderables y 7 para proyectos de biomasa.<sup>27</sup>

De esta forma, la *Paulownia tomentosa* se convierte en una estrategia de Desarrollo Sostenible, ya que involucra a cada uno de los sectores que permiten el crecimiento del municipio, mantiene y propende por la calidad de vida del mismo y la preservación del ambiente, en otras palabras, satisface las necesidades básicas del presente, sin afectar la capacidad para futuras generaciones.

### **6.1.6 Planificación rural y el uso del suelo en Cajicá**

El municipio de Cajicá establece según POT (2015), los componentes de los sistemas estructurales del suelo rural, en los cuales se determinan las diferentes áreas de protección en dicha delimitación. El municipio, determina el plan de protección, recuperación y conservación de la Estructura Ecológica Principal, con influencia rural, como el conjunto de acciones organizadas en programas y proyectos, a través de las cuales se garantizará el logro de los objetivos consignados en el Artículo 20 del Plan de Ordenamiento Territorial, con especial énfasis en el suelo rural. Partiendo de lo anterior, el municipio determina el uso a las diferentes áreas que conforman la estructura ecológica principal en zona protectora – productora.

La zona de implementación del piloto con la reforestación de *P. tomentosa*, se ubica dentro del suelo delimitado por el municipio, como zona para la conservación y establecimiento forestal, lo que permite la implementación del mismo, ya que su uso es compatible con procesos de recreación pasiva o contemplativa, rehabilitación ecológica e investigación controlada, establecida dentro del POT y dentro de la misión contemplada por el Ecoparque Periland.

### **6.1.7 Desarrollo Sostenible**

---

<sup>27</sup> Vélez, Santiago (2013). Características de la especie de Paulownia. We Are Paulownia – WAP. Medellín. Antioquia.

El Desarrollo Sostenible según Velazco (2013), es aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Instintivamente una actividad sostenible es aquella que se puede conservar, de esta forma, para poder establecer un desarrollo sostenible se deben reunir las siguientes características:

- Promueve la autosuficiencia regional
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- Usa los recursos eficientemente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Busca la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Pone su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restaura los ecosistemas dañados.

Como lo expresa el PDM de Cajicá (2016), se vinculan los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el fin de lograr un desarrollo territorial incorporando las acciones sectoriales económicas, sociales, culturales, ambientales, de infraestructura y servicios que lo componen.

**Grafica 1: Relación con Objetivos de Desarrollo Sostenibles - (ODS) – Cajicá (2016-2019)**



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (2016- 2019). Alcaldía de Cajicá. Cajicá.

## 6.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

La soberanía colombiana, mediante entes reguladores como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Secretarías de Ambiente y Corporaciones Autónomas Regionales, establecen determinadas leyes, decretos, lineamientos y normas en los cuales involucran procesos de reforestación, recuperación de suelos, además de la preservación y conservación de los bosques y el ambiente.

La Constitución Política de Colombia (1991) en su Artículo 80, establece el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, lo cual lleva permite mediante la investigación, prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental<sup>28</sup>. De igual forma, la Ley General de Medio Ambiente, Ley 99 (1993). Involucra principios generales ambientales, con el fin de alcanzar el desarrollo económico y social orientado en el desarrollo sostenible, prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental<sup>29</sup>, aspectos que son característicos mediante la reforestación con *P. tomentosa*.

Por otro lado, es importante tener en cuenta el Documento CONPES 2834 - Política de bosques (1996), el cual busca el uso sostenible de los bosques, con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población<sup>30</sup>; este proceso es viable con el uso de la *P. tomentosa*, debido a sus características maderables y regeneración rápida. Respaldando lo anterior, la Ley Forestal 1021 (2006), busca el manejo integral de los bosques naturales para mantener un nivel sostenible de productividad, sus recursos forestales maderables y no maderables y sus servicios ambientales, conservando sustancialmente las calidades

---

<sup>28</sup> Constitución Política de Colombia (1991). Artículo 80: manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible. Título 2. Capítulo 3. Bogotá. Tomado de: <http://www.constitucioncolombia.com>

<sup>29</sup> OAS - Organization of American States (2008). Ley 99 de 1993. Ley General de Medio Ambiente. Bogotá. Tomado de: <http://www.oas.org>

<sup>30</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Documento CONPES 2834 de 1996: Política de bosques. Bogotá. Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co>

originales de sus ecosistemas<sup>31</sup>, lo que determina validez para reforestaciones con la especie de *P. tomentosa*.

Finalmente, resaltando la importancia de la investigación, es necesario mencionar el Acuerdo de París (2015), conocido como Protocolo para el cambio climático por parte de Colombia, en donde se establece aplicar enfoques de política alternativos, que combinen la adaptación y mitigación para la gestión integral sostenible de los bosques, además, de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible<sup>32</sup>.

### 6.3 MARCO REFERENCIAL

El suelo conocido también como La Piel de la Tierra<sup>33</sup> ha sido uno de los recursos más afectados tras las actividades que ha venido generando el ser humano en los últimos años. Como resultado, son varios los proyectos que se establecen en pro de la recuperación de las propiedades de los suelos, mediante diferentes estrategias como, buenas prácticas agrícolas y ganadería sostenible.

Frente a los antecedentes relevantes, cabe destacar, que la especie de *P. tomentosa* y otras variedades, se implementan a nivel mundial con diferentes fines; desde China, país de origen, hasta sur América, la especie viene presentando incorporación según lo establecido en cada país, sin embargo, la mayoría de intervenciones apuntan al objetivo general de la especie; intervenir en la disminución de impactos ambientales. Un primer antecedente se da en Australia en agosto de 2003 por Van de Hoef, L., quien presenta notas relacionadas con las características, los requisitos del sitio y la calidad de la madera de *Paulownia tomentosa* como una especie de granja forestal, proceso que incursionó en el uso de la

---

<sup>31</sup> OAS - Organization of American States (2008). Ley 1021 de 2006. Ley Forestal. Bogotá. Tomado de: <http://www.oas.org>

<sup>32</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). El acuerdo de París; Así actuará Colombia frente al Cambio Climático. Fundación Natura. WWF Colombia. Cali. Colombia.

<sup>33</sup> Elías, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, F. (2015). Ciencias para el mundo contemporáneo, Unidad 5: Impacto ambiental. El planeta herido. McGraw-Hill Companies. Cataluña



especie como material maderable<sup>34</sup>. Sin embargo, en agosto de 2008, Doumet, S., Lamperi, L., Checchini L. & Azarello, E., presentan la primera referenciación sobre la distribución de metales pesados entre suelo contaminado y *Paulownia tomentosa*, partiendo de un proceso de fitorremediación asistida, mediante un piloto. A partir de la investigación, se evaluó la influencia de la adición de varios metales pesados en diferentes concentraciones y la acumulación del metal por parte de la planta con la movilización del mismo en el suelo<sup>35</sup>. Los resultados establecidos frente al problema, muestran el papel de la especie de *P. tomentosa* en la selección de diferentes especies con mecanismos predominantes para la acumulación de metales.

Otros trabajos relacionados, se fueron presentando con el pasar de los años tras el reconocimiento de la especie; en 2014, Cernadas, M. & Corredoira, E., presentan un estudio enfocado en la histología de la regeneración por organogénesis en *Paulownia tomentosa*, en el cual se evaluó el desarrollo a nivel histológico de yemas adventicias en hojas de *Paulownia tomentosa*, lo que concluyó con un resultado progresivo y satisfactorio para brindar utilidad tras la determinación de las células más adecuadas para los procesos de transformación genética en la especie, según el clima o piso térmico de aplicación<sup>36</sup>. Recientemente, Fernández, H., Oliver, J., & Lerma, V. (2017), presentaron en México un estudio de *Paulownia tomentosa*, como cultivo forestal de rotación corta para fines energéticos en condiciones mediterráneas; la investigación, ya direccionada en mitigar los impactos ambientales, y resaltando que las plantaciones de rotación corta desempeñan un papel importante como fuente biomásica energética sostenible, que puede aumentar la seguridad del suministro, la generación de ingresos en comunidades rurales locales y disminuir la dependencia energética de combustibles fósiles, estableció que la especie arbórea de un año de edad en condiciones mediterráneas presentan la suficiente biomasa

---

<sup>34</sup> Van de Hoef, Lyn (2003). Agriculture notes: Paulownia. Dept. of Primary Industries. National Library of Australia. Australia. Tomado de <https://trove.nla.gov.au>

<sup>35</sup> Doumet, S., Lamperi, L., Checchini L. & Azarello, E. (2008). Heavy metal distribution between contaminated soil and Paulownia tomentosa, in a pilot-scale assisted phytoremediation study: Influence of different complexing agents. Chemosphere Magazine. Volume 72 (N.10). pp 1481-1490.

<sup>36</sup> Cernadas, M. & Corredoira, E. (2014). Histology of the regeneration of Paulownia tomentosa (Paulowniaceae) by organogenesis. Rev. Biología Tropical. Volumen 62 (N.2). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr>

leñosa y el potencial energético para aportar a la recuperación de suelos tras la rotación de cultivos<sup>37</sup>.

Sin embargo, tras relacionar el propósito de la presente investigación, la mayor incursión se presentó en 2008 en Texas (Estados Unidos), con la aplicación del proyecto “The Kiri Tree Revolution”, el cual consistió en plantar para 2018 un millón de Kiri (*Paulownia tomentosa*) para así dejar el suelo purificado y lograr que recupere sus propiedades. El proyecto fue desarrollado por Chris Sanders y Brittany Turner que no sólo eligieron al Kiri (*P. tomentosa*), por sus propiedades fértiles, sino porque también absorbe diez veces más dióxido de carbono que cualquier otro árbol en el mundo, y, además, emite grandes cantidades de oxígeno, lo que se considera como una buena estrategia contra el cambio climático y para Texas, ya que posee gran parte de sus suelos, aire y agua con niveles variantes de contaminación<sup>38</sup>.

Frente a la incursión de la especie *P. tomentosa* en Colombia, un primer antecedente y algo similar a la presente investigación, se presentó en Diciembre de 2011, el estudio por Flórez Claudia y para la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, la cual estableció el estudio , como “rehabilitación de suelos en procesos de desertificación, vía reactivación del ciclo biogeoquímico con plantaciones de *Azadirachta indica* (Nim) en el occidente medio de Antioquia”, en donde el fin era estudiar y promover la recuperación de suelos degradados por sistemas pastoriles intensivos, tras la plantación de *A. indica* (Nim) debido a la calidad de la hojarasca y la rápida tasa de descomposición que permite mejorar la fertilidad del suelo. La investigación mostró la buena capacidad de adaptación y desarrollo del Nim, lo cual llevó al mejoramiento de diferentes propiedades del suelo.<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> Fernández, H., Oliver, J., & Lerma, V. (2017). A study of *Paulownia* spp. as a short-rotation forestry crop for energy uses in Mediterranean conditions. *Rev. Madera y Bosques. Volumen 23* (N.3). Recuperado de <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb>

<sup>38</sup> Miramar, M (2018). La revolución del Kiri, el árbol que puede salvar al mundo. *Rev. Tendencias. Volumen 27*. Recuperado de <https://elblogverde.com>

<sup>39</sup> Flórez, Claudia (2011). Rehabilitación de suelos en proceso de desertificación vía reactivación del ciclo biogeoquímico con plantaciones de Nim (*Azadirachta indica*) en el occidente medio Antioqueño. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

Por otro lado, en noviembre de 2010 fue presentada la tesis, evaluación de tecnologías para recuperación de suelos degradados por salinidad para la facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad del Valle por Zúñiga Orlando, Osorio Juan Carlos, Cuero Ramiro y Peña Julián, donde plantean que la presencia de salinidad y sodio en el suelo afecta el crecimiento de los cultivos e interfiere en la agricultura sostenible. A partir de esto, se evaluaron una serie de tecnologías para la recuperación del suelo afectado por salinidad, tras la aplicación de tres tratamientos alternativos; biofertilizantes, biopolímeros y electromagnetismo para un cultivo de maíz, generando como resultado de mayor efectividad el uso de biofertilizantes y electromagnetismo, este último acelera la actividad microbiana del suelo y disminuye el tiempo de recuperación del suelo afectado por salinidad.<sup>40</sup>

De esta manera, se pudo establecer muchos proyectos de reforestación y agroforestales con enfoque comunitario, que están enmarcados en iniciativas de rehabilitación de suelos desertificados.<sup>41</sup> Sin embargo, en Colombia, se conocen pocos registros de intervención con *Paulownia Tomentosa* para fines de recuperación o restauración de suelos degradados por actividades antrópicas. Según el artículo presentado para la Revista M&M edición 59 en mayo de 2008 por Rojas Ana María, la *P. tomentosa*; valioso género que conquista el mercado, fue introducida en Colombia en noviembre de 2007 por el biotecnólogo Colombiano Julio Alberto Moncada, para fines de reforestación y establecer plantaciones comerciales por la excelente calidad de la planta para la industria maderera.<sup>42</sup> Por otro lado, según el mismo Julio Alberto en un testimonio hecho el 14 de noviembre de 2007 al diario El Colombiano, la especie esta lista y adaptada al trópico lo cual la hace ideal para el territorio colombiano.<sup>43</sup>

---

<sup>40</sup> Zúñiga, O., Osorio, J., Cuero, R., Peña, J. (2010). Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. Universidad del Valle. Valle del Cauca. Tomado de: <http://www.scielo.org.co/>

<sup>41</sup> Ferrari, A. E. & I. G. Wall. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía 105 (2): 63-87.

<sup>42</sup> Rojas, Ana. (2008). El mueble de la Madera; Apogeo de Árboles. Revista M&M. Volumen. 59. Bogotá. Tomado de: <http://www.revista-mm.com/2016/index.php/ediciones-anteriores>

<sup>43</sup> Moncada, Julio. (2007). Paulownia; lista y adaptada al territorio colombiano. Diario El Colombiano. Medellín. Tomado de: <http://www.elcolombiano.com/>

El nivel de incursión de *Paulownia tomentosa* en Colombia, a pesar de ser mínimo, ya se empieza a notar puesto que la especie cuenta con el reconocimiento ICA y se empieza a utilizar en procesos económicos forestales. Un ejemplo de esto se presentó en noviembre de 2004 donde el municipio de Villeta Cundinamarca, empezó a plantar *Paulownia tomentosa* germinada In Vitro, según explica Juan Manuel Bohórquez, con el fin de intercalar cultivos con la alta concentración de nitrógeno, además de utilizarla para la ganadería puesto que es una planta forrajera, pero sobre todo buscando la conservación del recurso hídrico en la región.<sup>44</sup>

De igual forma, en el municipio de Jamundí en el Valle del Cauca se presentó en abril de 2016, el proyecto por parte de AGROPAUCOL, empresa representada por Andrés Ardila y enfocada en la comercialización de *Paulownias* en algunas de sus variedades desde hace 6 años; el proyecto se enfoca en la siembra de cultivos de esta especie con fines madereros en diferentes zonas del país como Choachí, Sasaima y San Francisco en Cundinamarca, además de municipios en el Huila y Tolima, mostrando excelentes resultados de adaptación y crecimiento con miras a una excelente productividad y en segundo plano como proceso de mejoramiento de los suelos degradados.<sup>45</sup>

En el primer semestre de 2018, el municipio de Bucaramanga implementó dentro de su jurisdicción la implementación piloto de *Paulownia tomentosa* con el fin de buscar estrategias de recuperación del suelo, apuntarle a una alimentación sana para la ganadería y en búsqueda del desarrollo sostenible, así lo expresó Gloria Céfora, ingeniera encargada de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB.

Pero no solo la *P. tomentosa* en Colombia se ha visto relacionada con la madera y los suelos, Lady Elizabeth Domínguez presentó en 2012 un proyecto sobre el efecto de la aplicación del extracto de flores de caléndula al programa de interfacultades de la

---

<sup>44</sup> Bohórquez, Juan. (2014). En Villeta, Cundinamarca, se siembran árboles de Paulownia para cuidar el agua. La finca de Hoy. Disponible en: <http://noticias.caracol.com/la-finca-de-hoy/en-villeta-cundinamarca-se-siembran-arboles-de-paulownia-para-cuidar-el-agua>

<sup>45</sup> Ardila, Andrés y Osorio, Juan. (2016). Paulownia. El mundo del Campo. Tomado de: <http://agropaucol.com/>

Universidad Nacional de Colombia donde se establece que los contenidos de flavonoides en *Paulownia tomentosa* han permitido tratar enfermedades cancerígenas, enteritis, amigdalitis y bronquitis, lo que ha hecho que las flores de esta especie sean ideales para medicina tradicional en China y posiblemente en Colombia.<sup>46</sup>

De esta forma se puede evidenciar la poca intervención a nivel nacional frente al mejoramiento ambiental, para lo cual se trabaja en la presente investigación, puesto que mantener un desarrollo ambiental permite establecer un desarrollo económico, social y humano, que en realidad concibe un desarrollo sostenible.

---

<sup>46</sup> Domínguez, Lady. (2012). Efecto de la aplicación del extracto hidroalcohólico de flores de caléndula (*Caléndula officinalis*) en la estabilización del color y vida útil en pulpa de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Tomado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Existen varias clases y clasificaciones de la investigación, las cuales a su vez se solventan sobre la diversidad de criterios establecidos por diferentes autores. La presente investigación obedece a una investigación de tipo mixta, donde se busca registrar las características, las conductas y demás factores de hechos y fenómenos, como resultados de observaciones detenidas y rigurosas.<sup>47</sup> Además, de la validación con otros proyectos relacionados con la reforestación de zonas con *Paulownia tomentosa* con el fin de establecer criterios de comparación y determinar la viabilidad para la recuperación de los suelos afectados en la zona de investigación.

Es así, como la propuesta tras basarse además en una investigación de campo, busca generar análisis frente a la utilización de *Paulownia tomentosa*, con el fin de conocer crecimiento y mortalidad para poder rehabilitar los terrenos que han sido afectados, y en los posibles impactos que están afectando la calidad de vida. A partir de esto la presente investigación tiene un enfoque experimental, analítico y explicativo, partiendo de que es un proceso continuo, en el que se analizan los hechos, se conceptualizan los problemas, se planifican y se ejecutan las acciones en procura de una transformación de los contextos, así como a los sujetos que hacen parte de los mismos.<sup>48</sup> Además, la metodología de la investigación busca resolver preguntas que se reflejan del análisis de la realidad actual en las comunidades, con respecto a los fenómenos naturales que afectan al planeta.

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación se plasma mediante una estrategia metodológica cualitativa o interpretativa, la cual se toma bajo una posición filosófica que es ampliamente interpretativa, al lograr el interés en observar las formas en las que el mundo

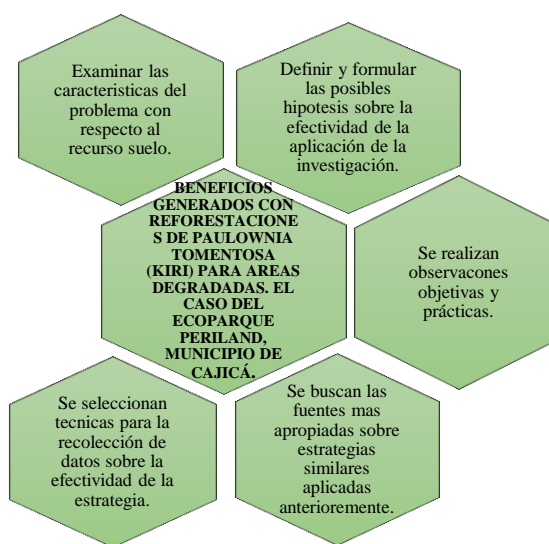
---

<sup>47</sup> Castillo, Mauricio (2004) Guía para la formulación de proyectos de investigación. Ed. Alma Mater Magisterio. Bogotá.

<sup>48</sup> Calderón, Javier y López, Diana (2015) Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini. Buenos Aires. Disponible en: <https://pedagogiaemancipatoria.files.wordpress.com/2014/04/pedagogc3adas-emanlc3b3pez-cardona-y-calderc3b3n.pdf>

social es interpretado, comprendido, experimentado y producido; por otro lado, se toma esta metodología teniendo en cuenta que posee métodos de generación de datos flexibles y sensibles al contexto social<sup>49</sup> y que plasmado en la estrategia de la propuesta, permitirá un análisis claro de la relación entre la sociedad y la importancia de los recursos para el desarrollo sostenible.

**Grafica 2: Ruta de Investigación Descriptiva en la propuesta de investigación.**



Fuente: Bunge, Mario (1979). La investigación científica, su estrategia y su filosofía. Barcelona.

Es necesario también resaltar, que este tipo de metodología esta sostenida a través de métodos de interpretación y explicación, que permiten obtener un análisis más claro de la complejidad de la problemática planteada, el detalle y el contexto de la misma, de tal forma que se pueda lograr en la comunidad de la Vereda Chuntame, la comprensión del fenómeno ambiental y la repercusión dentro del contexto social con tan solo datos cualitativos, alcanzando la producción de conocimiento y la generación de conciencia ambiental.

El desarrollo de la investigación permitió comprender la existencia de estrategias que el ser humano posee de la mano con la naturaleza, para determinar soluciones frente a las grandes

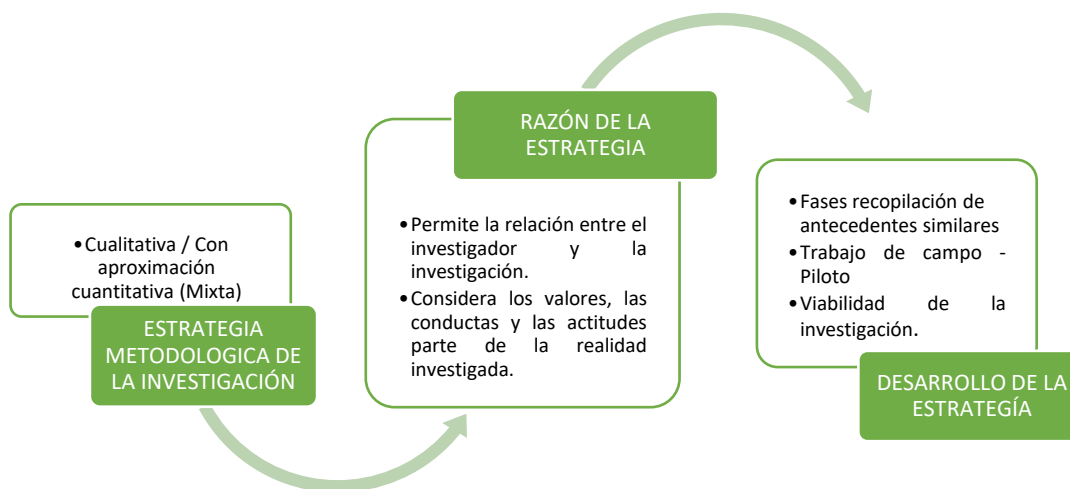
<sup>49</sup> Vasilachis, Irene (2006) Estrategias de Investigación Cualitativa. Gedisa Editorial. España. Tomado de: <http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/files/2013/03/Estrategias-de-la-investigacin-cualitativa-1.pdf>

problemáticas; de esta forma, se trabajó bajo diferentes momentos que llevaron al cumplimiento de los objetivos establecidos.

## 7.2 DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación titulada “Beneficios generados con reforestaciones de *Paulownia tomentosa* (Kiri). El caso del Ecoparque Periland, municipio de Cajicá (Cundinamarca)”, se establece como una investigación innovadora, mediante la reforestación de una reserva productora con un plan piloto que corresponde al primer objetivo establecido en la misma; sin embargo, la necesidad de conocer diferentes estrategias con similitud llevó a establecer un inventario de estrategias a nivel nacional e internacional, aunque las primeras no presentaron referenciación bibliográfica y las pocas identificadas se encuentran en plan de implementación, por lo nueva que expone ser la especie para el país.

**Grafica 3: Estrategia Metodológica aplicada a la propuesta investigativa.**



Fuente: Salazar, Luis (2018). Estrategia Metodológica aplicada a la propuesta investigativa. Bogotá.

Dichas estrategias se combinaron con el reconocimiento de la zona de aplicación, además de la visita, entrevista y reconocimiento de los proyectos que, de aproximadamente cuatro departamentos de Colombia, mediante diferentes entidades pioneras, han desarrollado en búsqueda de un desarrollo no solo económico, sino, que repercuta sobre un impacto positivo frente al desarrollo de cada uno de los lugares de aplicación. Por otro lado, fue de



gran importancia hacer el análisis referencial y de antecedentes frente a los procesos de aplicación de la especie, además de las necesidades ambientales por la cuales se establece la intencionalidad de la investigación. A partir de la intencionalidad, lo anterior determinó el trabajo de campo realizado durante el tiempo de construcción de dicha investigación, el cual fue extremadamente enriquecedor para los aportes a la misma, abriendo la necesidad de establecer nuevas variedades de la especie frente al piso térmico en el cual se ubica la zona de aplicación.

De esta forma, aunque no muy aceptado aun en su totalidad por algunas corporaciones ambientales, tras considerarse como una especie introducida y no nativa, la investigación presenta un último momento, el cual establece la proposición de elementos de discusión para la consideración de *Paulownia tomentosa* (Kiri), como estrategia de recuperación de suelos afectados por la contaminación, siendo esta una especie no nativa, aunque con grandes beneficios para el desarrollo sostenible y la recuperación de los recursos que nos ofrece la naturaleza.

### **7.3 DISEÑOS DE INSTRUMENTOS**

Con el fin de lograr el cumplimiento de los momentos en los cuales se establece la investigación, se utilizaron varias técnicas e instrumentos que llevaron, al desarrollo en gran porcentaje de los objetivos establecidos en la investigación.

Observación / Caracterización: Se realizaron varios recorridos por la reserva correspondiente al Eco Parque Periland, con el fin de revisar el estado actual del terreno, el tipo de especies vegetales presentes en la misma y la calidad del suelo. Además, de establecer la zona de aplicación de la Prueba Piloto. Dicha información fue registrada mediante diario de campo y registro fotográfico.

Encuesta semiestructurada: (Ver anexo No. 1. Modelo de encuestas aplicadas). Se realizaron encuestas múltiples con preguntas cerradas con el fin de medir los conocimientos frente a la especie, beneficios y opiniones concretas sobre el uso de una especie introducida

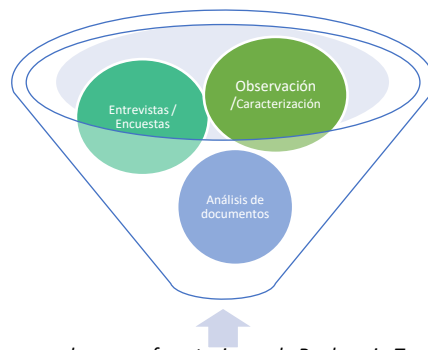
con tan buen referente frente a la restauración y recuperación de los recursos naturales. La aplicación de las encuestas permitió el análisis mediante diagramación. El total de encuestas aplicadas, partiendo del bajo nivel de conocimiento sobre la especie y tomando al personal involucrado, fueron 20, en donde se destinaron porcentajes iguales para un tipo de población variado.

Se diseñaron dos tipos de encuestas: una para conocer los temas relacionados con su entorno, deterioro del espacio en donde se encuentran y conocimiento sobre el impacto ambiental de la zona o municipio tras el cambio climático; y otra, para conocer sobre saberes previos respecto a la especie de *Paulownia tomentosa* u otras especies con impactos positivos frente al ambiente.

Entrevista semiestructurada: (Ver anexo No. 1. Guía de entrevistas). Se realizaron 5 entrevistas semiestructuradas mediante formulario de captura, las cuales fueron aplicadas a personal diferente a los encuestados y los cuales vienen manejando proyectos de aplicación de *Paulownia* en diferentes zonas del país. Esto con el fin de afianzar y corroborar los conocimientos previos sobre la aplicación de la especie en el plan piloto y con el fin de lograr buscar posibles beneficios de corto plazo teniendo en cuenta que son proyectos recientes ya que la temática frente a la reforestación con dicha especie, es emergente en el país.

Análisis de documentos: Se organiza mediante la investigación de información pertinente, tras todos los procesos de recolección de información a través de matriz de evaluación documental, la cual muestra la viabilidad en la aplicación de *Paulonia tomentosa* como especie no nativa, teniendo en cuenta los beneficios que puede presentar la misma para la recuperación de los suelos áridos y desgastados, además, da como resultado un análisis principal mediante la investigación, que remite a la necesidad y posibilidad de considerar la especie en reforestaciones masivas para la recuperación de suelos afectados por la contaminación.

**Grafica 4: Técnicas e instrumentos en recolección de datos para la investigación.**



*Beneficios generados con reforestaciones de Paulownia Tomentosa (Kiri) para áreas degradadas en el municipio de Cajicá. El caso del Ecoparque Periland, municipio de Cajicá (Cundinamarca)''*

Fuente: Salazar, Luis (2018). Técnicas e instrumentos en recolección de datos para la investigación. Bogotá.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la implementación de las técnicas de recopilación de la información y partiendo del cumplimiento de los objetivos establecidos en la investigación la cual se soporta en tres objetivos específicos fundamentales y con el fin de lograr el cumplimiento del objetivo general el cual se representa en el análisis de beneficios tras la reforestación con *P. tomentosa* en zonas de suelos afectados por las acciones antrópicas, se lograron los siguientes resultados.

### 8.1 TRABAJO DE CAMPO

La investigación titulada “Beneficios generados con reforestaciones de *Paulownia tomentosa* (Kiri). El caso del Ecoparque Periland, municipio de Cajicá (Cundinamarca)”, toma como muestra el suelo afectado del Ecoparque, el cual cuenta con 14 hectáreas y con afectación tras el crecimiento excesivo de plantas de *Eucalipto*, que son predominantes en la región y que, tras varios intentos por erradicarlas, no fue factible llegar a feliz término, por lo que se implementó un piloto de *Paulownia tomentosa* para reemplazar o sustituir el *Eucalipto* en el Ecoparque, convirtiéndose en una zona de investigación.

**Mapa 3: Toma Satelital con división estructurada para toma de muestreo.**



Fuente: Salazar, Luis (2017) Toma Satelital con división estructurada. Ecoparque Periland. Cajicá.

La presentación de la muestra para la investigación, se hace al tomar una hectárea del total del Ecoparque, aplicando un muestreo probabilístico de forma estratificada, con el fin de dividir la zona de muestreo en varias secciones y seleccionar aleatoriamente los puntos en

los cuales se seleccionó el espacio determinado para el muestreo, y validar las propiedades física y químicas básicas que presentaba el terreno, para la aplicación de la siembra del piloto de *Paulownia tomentosa*.

Los cortes para el muestreo luego de identificados los puntos, fue de forma compuesta, aplicando la toma de tres muestras simples con una profundidad de corte de 10 cm y el mismo volumen de suelo; adicional, tras la recolección de la muestra, se tamizó y almacenó con el fin de aplicar un análisis básico en laboratorio. Por otro lado, frente a la población utilizada para la investigación, se relacionan los visitantes del Ecoparque, al igual que funcionarios de entidades ambientales gubernamentales y privadas, que conocen sobre el manejo del suelo y los cambios que han visto en el transcurso de los años.

**Foto 1: Información del estado de la muestra en el Ecoparque Periland.**



Fuente: Salazar, Luis. (2016). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

La intención del muestreo, parte de que Periland EcoPark está dedicado a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficio social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible; además, el tipo de muestreo es aplicado tras la necesidad de la toma en diferentes puntos y establecer una validación de la calidad y características del suelo, sobre puntos equitativos en la zona seleccionada para la muestra; como resultado, la muestra aplicada, arroja índices bajos con relación al nitrógeno, fósforo y potasio presentes en el suelo.

La investigación pretendió establecer un avance básico del proceso de reforestación, propósito que demanda mucho tiempo con el fin de proporcionar datos contundentes y registros amplios de la especie; de esta forma, la investigación logró caracterizar los avances básicos de crecimiento y mortalidad de la especie en la zona piloto, logrando un análisis desde la concepción del suelo para la comunidad, el uso y deterioro del mismo, la recuperación y la posibilidad de aplicación del proyecto en nuevas áreas, con el fin de mitigar la tala de bosques estableciendo una relación económica con miras al desarrollo sostenible.

## **8.2 PROCESAMIENTO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Partiendo de los instrumentos para la recolección de la información, la investigación expone como medios de sistematización para cada uno de los instrumentos, técnicas como el análisis de cada una de las preguntas establecidas en las encuestas mediante graficación y una matriz de Excel para comparar la diversidad de respuestas frente a cada pregunta según el encuestado. De esta manera, y con el fin de lograr la caracterización referente a la recolección de la información, se establecieron dos (2) tipos encuestas con una aplicación de veinte (20) encuestados, basados en el reconocimiento en el manejo de la temática frente a la especie y frente a los impactos; para ello las encuestas fueron aplicadas a dos tipos de poblaciones: las primeras diez (10) a funcionarios entre hombre y mujeres relacionados con proyectos de *Paulownia tomentosa* y entes ambientales y las diez (10) restantes a población rural e interesados en el proyecto.

Las encuestas fueron sistematizadas y tabuladas con el fin de representarlas a través de análisis estadístico descriptivo, tras ser contestadas en su totalidad con un número igual y equivalente a 10 preguntas por encuesta y una pregunta adicional que mostraba el acuerdo o desacuerdo de los encuestados frente a la temática expuesta.

Para el desarrollo del análisis estadístico descriptivo se aplican las respectivas tablas de frecuencia mediante la herramienta STATA y la aplicación de los test de ANOVA y

CHICUADRADO para la última pregunta, ya que es la única con características similares y posibilidad de comparación exacta. Es importante establecer dentro del análisis de las encuestas, que la aplicación del test exacto de Fisher no es viable puesto que es necesario tablas de contingencia, las cuales no se podrían establecer ya que las variables presentes en el proceso son diferentes.

Las encuestas fueron discriminadas por un promedio de 1 a 3 entre la primera pregunta y la décima pregunta, donde el número 1 correspondía a una respuesta negativa por parte de los encuestados (NO), el número 2 hacía referencia a estado de neutralidad o desconocimiento parcial y el promedio correspondiente a 3 representaba una respuesta positiva por parte de los encuestados (SI). A continuación, se representa un análisis de la tabulación frente a la aplicación de las encuestas las cuales establecieron preguntas diferentes por el tipo de población:

**Tabla 1: Caracterización de la tabulación de las encuestas**

#	Preguntas Funcionarios G1	Preguntas Generales G2	Respuestas		
1	Conoce la importancia que representa la Paulownia Tomentosa para la recuperación del suelo.	Conoce la importancia que representan los recursos naturales para la vida.	NO=1	ALGO=2	SI=3
2	Tiene claros los beneficios que la especie presenta para minimizar el impacto y degradación en el ambiente.	Reconoce la política colombiana que establece el cuidado de los recursos naturales.	NO=1	ALGO=2	SI=3
3	Alguna vez había escuchado de proyectos similares	Sabía que el suelo es considerado como la piel del planeta Tierra.	NO=1	ALGO=2	SI=3
4	Reconoce la política colombiana que establece el cuidado y recuperación de bosques y suelo.	Sabe cuáles son las propiedades físico/químicas del suelo y la importancia que tiene el mismo.	NO=1	ALGO=2	SI=3
5	Es consciente de nuevas estrategias para optimizar los recursos y aportar al desarrollo sostenible.	Alguna vez ha escuchado o se ha visto afectado(a) por la pérdida de las propiedades del suelo.	NO=1	ALGO=2	SI=3
6	Alguna vez ha vivenciado situaciones de tala de árboles a bosques o selvas.	Es consciente que existen nuevas estrategias conservar los recursos naturales como el suelo.	NO=1	ALGO=2	SI=3
7	Sabe cuáles consecuencias se producen en un ecosistema por la pérdida de especies y hábitats.	Ha escuchado de la especie que puede salvar el mundo por sus beneficios llamada Paulownia Tomentosa.	NO=1	ALGO=2	SI=3
8	Comprende los beneficios que puede traer la reforestación con Paulownia Tomentosa para el componente ambiental como para el económico y social.	Les interesaría conocer más sobre los impactos positivos que la especie ha presentado en diferentes lugares.	NO=1	ALGO=2	SI=3
9	Considera que la especie podría aportar al desarrollo económico, social y ambiental en su región.	Les gustaría implementar en su región un cultivo muestra de la especie.	NO=1	ALGO=2	SI=3
10	Le gustaría conocer impactos reales de aplicaciones mas desarrolladas en otros países.	Participaría en la recuperación de suelos degradados mediante procesos de reforestación.	NO=1	ALGO=2	SI=3

Fuente: Salazar, Luis (2018). Autor de la Investigación.

Para el proceso de entrevistas, fueron digitadas a partir de las respuestas dadas por los entrevistados, bajo la revisión de las grabaciones generadas para después ser depuradas,

tratando de identificar las opiniones claves que tienen los entrevistados en el tema, permitiendo una base sólida sobre el desarrollo del segundo objetivo propuesto en la investigación.

Finalmente, la observación es parte importante del proceso por tal motivo, se estableció el seguimiento a los impactos o conductas del piloto mediante un diario de campo que permitió establecer evidencias documentadas tras el tiempo que ha traído el piloto en su proceso de adaptación y crecimiento, haciendo referencia entonces al cumplimiento del primer objetivo establecido.

Es importante mencionar que los datos recolectados frente a los pocos proyectos presentes en el país y los impactos mínimos que han representado los mismos, llevaron a poder establecer la posibilidad de vinculación en diferentes zonas para dar entonces validación al tercer y último objetivo de la investigación y con el que se podría soportar un buen proceso de desarrollo sostenible vinculando los aspectos económicos, ambientales y sociales que podría beneficiar no solo una región, sino todo un país.

A partir del análisis antes mencionado, tras la implementación de las encuestas con el fin de caracterizar los parámetros los parámetros de reconocimiento de la especie de *Paulownia tomentosa* y los posibles beneficios tras la modificación del ecosistema por afectaciones naturales o antrópicas, se reportó un valor porcentual de cada una de las preguntas representadas en la Tabla 2: Análisis de tabulación tras la aplicación de las encuestas.

### **8.3 APLICACIÓN DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS**

La aplicación y análisis estadístico descriptivo de las encuestas fue aplicado en la investigación mediante la herramienta STATA, verificando las variables para cada uno de los encuestados y cada una de las encuestas aplicadas en el proceso de análisis de los datos significativos. Frente al análisis estadístico de la pregunta 11, se hace la aplicación de test ANOVA y CHICUADRADO, con el fin de contrastar el análisis comparativo con certeza.



**Tabla 2: Análisis de tabulación tras la aplicación de las encuestas.**

OPCIONES RESPUESTA	ENCUESTADOS				Total	Total %
	Funcionarios	%	General	%		
<b>No (1)</b>	2	2%	10	10%	12	12%
<b>Neutral (2)</b>	20	20%	21	21%	41	41%
<b>Si (3)</b>	78	78%	69	69%	147	147%
<i>Total General</i>	100	100%	100	100%	200	200%

OPCIONES RESPUESTA	ENCUESTADOS				Total	Total %
	Funcionarios	%	General	%		
<b>Acuerdo</b>	10	100%	9	90%	19	190%
<b>Desacuerdo</b>	0	0%	1	10%	1	10%
<i>Total General</i>	10	100%	10	100%	20	200%

Fuente: Salazar, Luis (2018). Autor de la Investigación.

Para la aplicación del análisis estadístico descriptivo se aplicaron en la base de datos los siguientes comandos con el fin de sintetizar el proceso: Grupo 1= Encuesta Funcionarios / Grupo2= Encuesta General / P?= Preguntas

### 8.3.1 Aplicación de encuesta de reconocimiento – funcionarios (Anexo 1)

Referente a la pregunta 1, “Conoce la importancia que representa la *Paulownia tomentosa* para la recuperación del suelo”, el 60% correspondiente a 6 encuestados dijeron que SÍ conocían la importancia de la especie, mientras que el 40% correspondiente a 4 encuestados mencionan conocer ALGO sobre la misma. La pregunta 2, “Tiene claros los beneficios que la especie presenta para minimizar el impacto y degradación en el ambiente”, el 40% correspondiente a 4 encuestados afirman saberlo mientras que el 60% correspondiente a 6 encuestados dicen saber algo sobre dichos beneficios por la especie.

. by GRUPO: tab P1

-> GRUPO = 1

P1	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	4	40.00	40.00
SI	6	60.00	100.00
Total	10	100.00	

. by GRUPO: tab P2

-> GRUPO = 1

P2	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	6	60.00	60.00
SI	4	40.00	100.00
Total	10	100.00	

Para la pregunta 3, “Alguna vez había escuchado de proyectos similares”, el 50% correspondiente a 5 encuestados responden que SÍ habían escuchado sobre proyectos con la especie, el 30% correspondiente a 3 encuestados mencionan haber escuchado algo sobre ello y el 20% correspondiente a 2 encuestados dicen NO saber nada. Por otro lado, para la pregunta 4, “Reconoce la política colombiana que establece el cuidado y recuperación de bosques y suelo”, el 90% (9 personas) de los encuestados tienen claridad sobre las políticas referentes mientras que el 10% (1 personas) de los encuestados, conocen, pero no tienen claridad en su totalidad.

. by GRUPO: tab P3

-> GRUPO = 1

P3	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	3	30.00	30.00
NO	2	20.00	50.00
SI	5	50.00	100.00
Total	10	100.00	

. by GRUPO: tab P4

-> GRUPO = 1

P4	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	1	10.00	10.00
SI	9	90.00	100.00
Total	10	100.00	

Frente a las preguntas 5 “Es consciente de nuevas estrategias para optimizar los recursos y aportar al desarrollo sostenible”; pregunta 9 “Considera que la especie podría aportar al desarrollo económico, social y ambiental en su región” y pregunta 10 “Le gustaría conocer impactos reales de aplicaciones más desarrolladas en otros países”, el 100% de los encuestados correspondiente a 10 personas, respondieron que SÍ.

. by GRUPO: tab P5

-> GRUPO = 1

P5	Freq.	Percent	Cum.
SI	10	100.00	100.00
Total	10	100.00	

. by GRUPO: tab P9

-> GRUPO = 1

P9	Freq.	Percent	Cum.
SI	10	100.00	100.00
Total	10	100.00	

. by GRUPO: tab P10

-> GRUPO = 1

P10	Freq.	Percent	Cum.
SI	10	100.00	100.00
Total	10	100.00	

La pregunta 6, “Alguna vez ha vivenciado situaciones de tala de árboles a bosques o selvas”, dejó un 80% de los encuestados que han estado expuestos a dichas situaciones, un 20% entre ALGO y NO. Para la pregunta 7, “Sabe cuáles consecuencias se producen en un ecosistema por la pérdida de especies y hábitats”, un 90% de encuestados afirmando conocer las consecuencias mientras que un porcentaje mínimo del 10% dijo saber ALGO.

. by GRUPO: tab P6

-> GRUPO = 1

P6	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	1	10.00	10.00
NO	1	10.00	20.00
SI	8	80.00	100.00
Total	10	100.00	

. by GRUPO: tab P7

-> GRUPO = 1

P7	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	1	10.00	10.00
SI	9	90.00	100.00
Total	10	100.00	

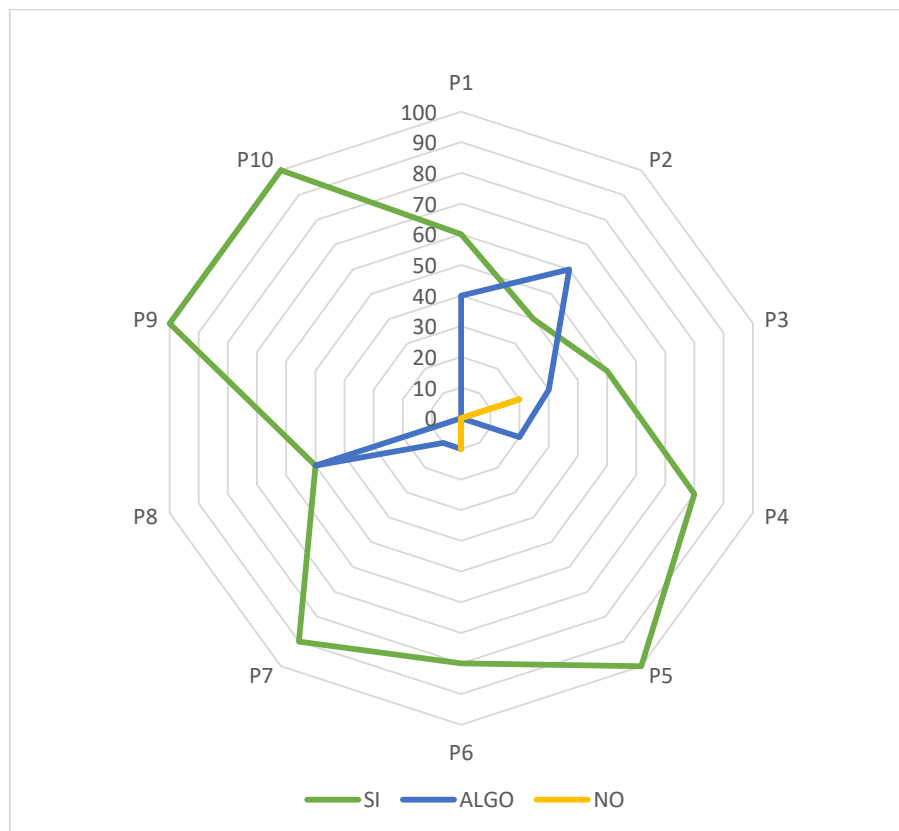
Finalmente, la pregunta 8, “Comprende los beneficios que puede traer la reforestación con Paulownia Tomentosa para el componente ambiental como para el económico y social”, el 50% de los encuestados tiene claridad de dichos beneficios frente al desarrollo integral, mientras que el otro 50% dice sabe algo, mas no tenerlo claro.

. by GRUPO: tab P8

-> GRUPO = 1

P8	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	5	50.00	50.00
SI	5	50.00	100.00
Total	10	100.00	

**Grafica 5: Representación gráfica de resultados estadísticos descriptivos en encuesta de reconocimiento - funcionarios**



Fuente: Salazar, Luis (2018). Autor de la Investigación.

Partiendo de los resultados y el análisis de los mismos, se puede establecer que la mayoría de los encuestados reconoce la especie de *Paulownia tomentosa*, los beneficios tras la reforestación con la misma, pero, sobre todo, la necesidad frente al cambio climático para alcanzar un aporte al desarrollo sostenible.

### 8.3.2 Aplicación de encuesta de reconocimiento – General (Anexo 2)

Para la pregunta 1, “Conoce la importancia que representan los recursos naturales para la vida”, el 70% de los encuestados (7 personas) dicen saber la importancia de los mismos, mientras que el 30% (3 personas) dicen conocer ALGO. A la pregunta 2, “Reconoce la política colombiana que establece el cuidado de los recursos naturales”, el 40% dice que SÍ,

un 20% dice no tener conocimiento de la misma y un 40% afirma conocer ALGO de la misma.

-> GRUPO = 2				-> GRUPO = 2			
P1	Freq.	Percent	Cum.	P2	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	3	30.00	30.00	ALGO	4	40.00	40.00
SI	7	70.00	100.00	NO	2	20.00	60.00
				SI	4	40.00	100.00
Total	10	100.00		Total	10	100.00	

Frente a la pregunta 3, “Sabía que el suelo es considerado como la piel del planeta Tierra”, pregunta 6, “Es consciente que existen nuevas estrategias conservar los recursos naturales como el suelo” y la pregunta 8, “Les interesaría conocer más sobre los impactos positivos que la especie ha presentado en diferentes lugares”, el 100% de los encuestados dicen que SÍ.

-> GRUPO = 2				-> GRUPO = 2			
P3	Freq.	Percent	Cum.	P6	Freq.	Percent	Cum.
SI	10	100.00	100.00	SI	10	100.00	100.00
Total	10	100.00		Total	10	100.00	

-> GRUPO = 2			
P8	Freq.	Percent	Cum.
SI	10	100.00	100.00
Total	10	100.00	

Por otro lado, la pregunta 4, “Sabe cuáles son las propiedades físico/químicas del suelo y la importancia que tiene el mismo” solo el 60% de los encuestados conoce las propiedades del suelo, mientras que el 40% restante ha escuchado sobre algunas. La pregunta 5, “Alguna vez ha escuchado o se ha visto afectado(a) por la pérdida de las propiedades del suelo”, muestra un 50% de los encuestados afectados por la pérdida de las propiedades del suelo, mientras un 10% menciona que alguna vez y finalmente un 40% expresan no verse visto afectados.

-> GRUPO = 2

P4	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	4	40.00	40.00
SI	6	60.00	100.00
Total	10	100.00	

-> GRUPO = 2

P5	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	1	10.00	10.00
NO	4	40.00	50.00
SI	5	50.00	100.00
Total	10	100.00	

Referente a la pregunta 7, “Ha escuchado de la especie que puede salvar el mundo por sus beneficios llamada *Paulownia tomentosa*”, solo el 30% de los encuestados afirma haber escuchado sobre la especie de *P. tomentosa*, otro 30% menciona saber algo de la misma y un 40% no tiene conocimiento de la especie. La pregunta 9, “Les gustaría implementar en su región un cultivo muestra de la especie”, dejó un 80% de los encuestados afirmando la intención de implementar reforestaciones con *P. tomentosa*, mientras que el 20% no descarta la posibilidad en algún momento.

-> GRUPO = 2

P7	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	3	30.00	30.00
NO	4	40.00	70.00
SI	3	30.00	100.00
Total	10	100.00	

-> GRUPO = 2

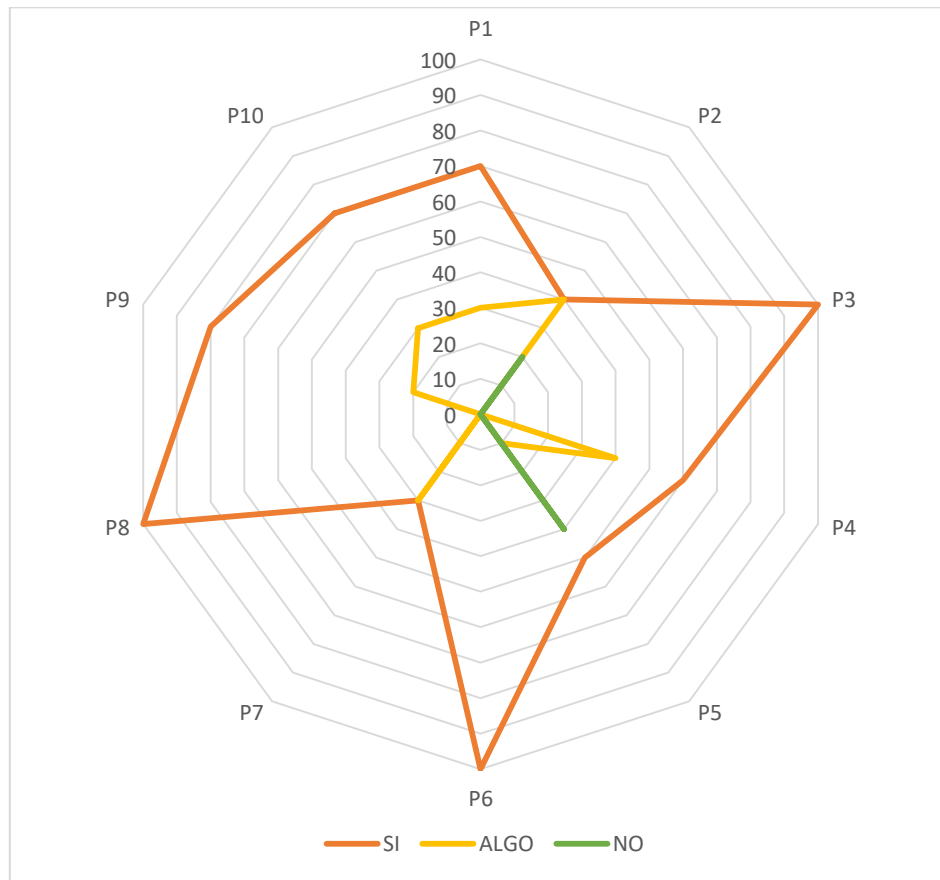
P9	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	3	30.00	30.00
SI	7	70.00	100.00
Total	10	100.00	

Para terminar, en la pregunta 10, “Participaría en la recuperación de suelos degradados mediante procesos de reforestación”, el 70% (7 personas) de los encuestados participarían en campañas de recuperación de suelos degradados y un 30% de los encuestados quizás lo harían.

-> GRUPO = 2

P10	Freq.	Percent	Cum.
ALGO	3	30.00	30.00
SI	7	70.00	100.00
Total	10	100.00	

**Grafica 6: Representación gráfica de resultados estadísticos descriptivos en encuesta de reconocimiento - General**



Fuente: Salazar, Luis (2018). Autor de la Investigación.

Referente a la afirmación “Las entidades ambientales y gubernamentales deberían permitir el uso de especies introducidas que participan el mejoramiento y preservación de los recursos naturales, además de contribuir al desarrollo sostenible de una región”, la cual fue aplicada al 100% de los dos tipos de encuestas, arrojó que el mismo 100% de los encuestados (20 personas) están DE ACUERDO con la aplicación de una especie introducida, siempre y cuando se valore de forma preliminar los impactos positivos como negativos que pueda establecer la especie y tras los resultados aplicar a zonas afectadas por la contaminación. A continuación, se establece el análisis estadístico aplicado con test ANOVA y CHICUADRADO:

# ANOVA

```
. oneway P11 GRUPO, scheffe
```

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	.2	1	.2	<b>1.00</b>	<b>0.3306</b>
Within groups	3.6	18	.2		
Total	3.8	19	.2		

La aplicación de este test resume la varianza en una vía con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos, al aplicar las variables categóricas de las dos encuestas, referente a la pregunta 11, no se logran distinguir los grupos al tener un P valor de 0,33 que supera la significancia que normalmente representa un 0.5.

# CHI-CUADRADO

```
. tabulate GRUPO P11, chi2 exact
```

GRUPO	P11		Total
	1	3	
1	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
2	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Total	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>20</b>

```
Pearson chi2(1) = 1.0526 Pr = 0.305  
Fisher's exact = 1.000  
1-sided Fisher's exact = 0.500
```

Mediante la aplicación del test se buscó analizar el nivel de asociación que existe entre diferentes variables para la pregunta 11, la cual comparten las dos encuestas, y su nivel de asociación entre los funcionarios y los generales; al tener un p valor en la prueba chi cuadrado de 0,30, no indica un rechazo en la hipótesis nula, lo cual expresa una asociación frente a las variables de las encuestas (Según el test de Fischer, al tener un p-value mayor a 0.05 no es posible rechazar el establecido por diferencias entre los grupos, por lo que confirmaría lo que mostró el test chi cuadrado).



### 8.3.3 Aplicación de las entrevistas (Anexo 3)

Las entrevistas fueron aplicadas a tres (3) representantes de proyectos, vía telefónica, con relación a la utilización de *Paulownia* en Colombia, se utilizó un diseño semiestructurado de siete preguntas abiertas con el fin de medir el nivel de participación e impactos generados en dichos proyectos por parte de la especie. A continuación, se relaciona la información básica de los entrevistados:

**Tabla 3: Información básica de los entrevistados**

NOMBRE	EDAD	PROFESION	CARGO	ENTIDAD
Ricardo Perilla	50	Ing. Forestal	Subgerente	Ecoparque Periland - Cajicá
Fredy Peña	46	Ing. Ambiental	Coord. Proyectos	Agropaucol – Jamundí (Valle)
Santiago Vélez	40	Ing. Civil	Asistente Proyectos	We Are Paulownia - Medellín
William Villalobos	36	Ing. Ambiental	Coord. Proyectos	Sec. Ambiente - Villeta
Gloria Céfora	35	Ing. Ambiental	Coord. Reforestación	CDMB - Bucaramanga

Fuente: Salazar, Luis (2018). Autor de la Investigación.

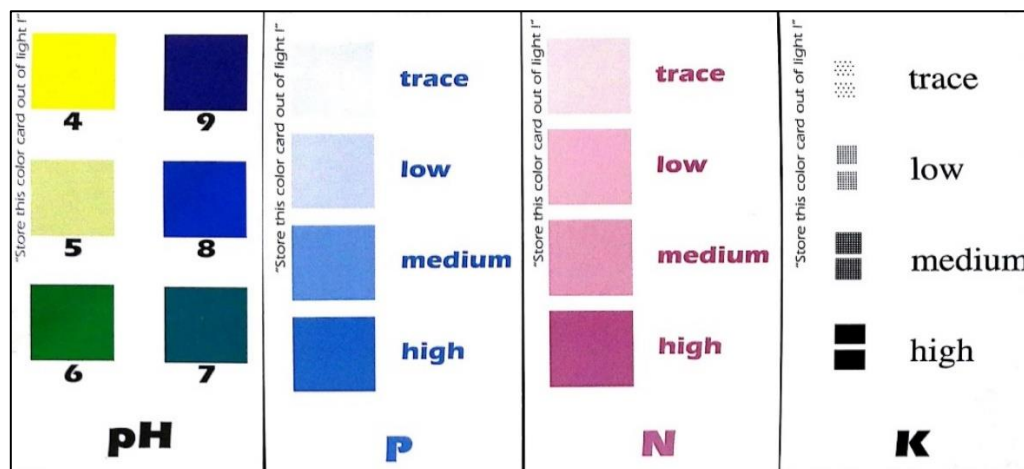
La aplicación de la entrevista a cada uno de los funcionarios antes mencionados, dejó como consolidado la poca intervención que se hace en el país con *P. tomentosa*, además de su trascendencia puesto que hay proyectos en el momento cuentan con solo siete años aproximados de desarrollo. De igual forma, muestra la variedad de *Paulownias* utilizadas dependiendo de la altura y la finalidad del cultivo entre las cuales se resalta la *P. Shandong* – *P. Shantong* - *Special Kiri* – *P. Tomentosa 2* - *Latin Kiri*, variedades que han pasado por modificaciones genéticas para lograr procesos de adaptación estables.

### 8.4 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE LA REFORESTACIÓN CON *PAULOWNIA TOMENTOSA* (KIRI) EN LA ZONA PILOTO DEL ECOPARQUE PERILAND.

Con el fin de contrastar las características que presentaba el suelo delimitado para la aplicación de la prueba piloto, y enfocando en la presentación de unos datos preliminares,

se estableció la prueba Quick Soiltest, la cual proporciona la posibilidad comprobar de forma rápida el pH del suelo y los tres elementos básicos necesarios para generar crecimiento en una planta: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La lectura del test de pH, fósforo ( $P_2O_5$ ) y nitrógeno ( $NO_3$ ) se realiza mediante métodos de ensayo colorimétricos, con el fin de determinar según el color, la fertilidad que posee la zona de aplicación del piloto, proceso diferente para el test de potasio ( $K_2O$ ) el cual utiliza un método turbidimétrico. A continuación, se presentan las variables para medir los resultados del Quick Soiltest:

**Imagen 1: Variables de procedimiento de ensayo - Muestreo Piloto**



Fuente: Hanna (2017). Quick Soiltest Kit. Reagents Set. USA.

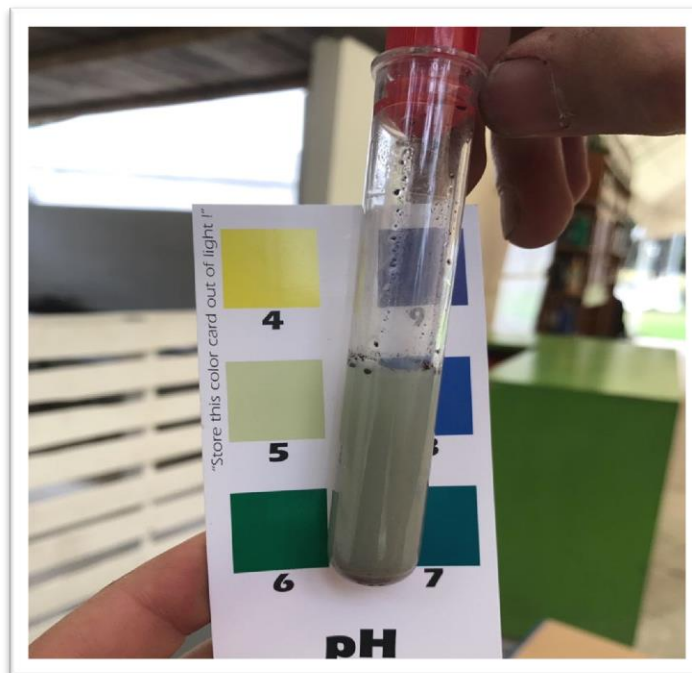
La extracción de la muestra se realiza en la zona piloto, con una profundidad de 5 cm de la capa superficial del suelo; posteriormente se tamiza la muestra obtenida y por cada 1.5 taza de tierra, se aplican 8 tazas de agua. Se da un lapso de 60 minutos de espera para obtener sedimento y separar del extracto, con el fin de lograr mejores resultados. Finalmente, para cada tubo de ensayo utilizado, se procede a traspasar el 2.5 mL del extracto y disolver con el reactivo adecuado; se tapa, agita y se da espera de 5 minutos para obtener el color de resultado.

Los resultados obtenidos frente a cada procedimiento partiendo de las variables de ensayo, Trace (Traza) – Low (Bajo) – Medium (Medio) – High (Alto), muestran la posibilidad de

se expresarse mediante ocho posibles lecturas: Traza, Traza-Bajo, Bajo, Bajo-Medio, Medio-Alto, Alto, Muy-alto:

Test de pH: tras el procedimiento de muestro y teniendo en cuenta las condiciones neutras en el nivel de pH para un suelo (pH 5.5 – 7.5), el resultado reportado para la zona del piloto corresponde a un pH entre 5 y 6, según la escala, lo cual determina condiciones dentro de lo normal para esta variable.

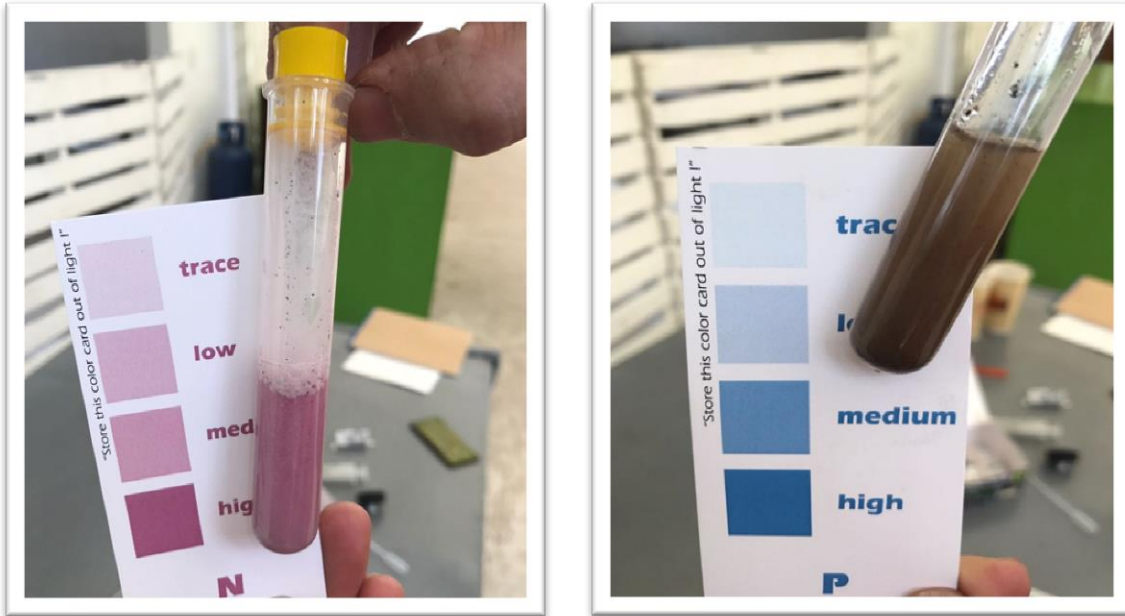
**Foto 2: Resultado Test de pH en zona piloto**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

Test de Nitrógeno (N) – Fósforo (P): tras el procedimiento de muestreo, el cual se identificó teniendo en cuenta las variables mencionadas en la Imagen 1, se expresó como resultado un nivel Medium (Medio) frente a la presencia de nitrógeno (N) en la zona piloto y un nivel Trace (Traza) frente a la presencia de fósforo (P). Los resultados presentados anteriormente indican que la zona del piloto presenta una buena condición referente a la cantidad de nitrógeno en el suelo, sin embargo, la aplicación del test reporta datos de condiciones muy bajas en presencia de fósforo.

**Foto 3: Resultado Test de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) en zona piloto**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

Test de Potasio (K): finalmente, la aplicación del test de Potasio (K), presentó resultados de presencia, muy bajos (Trace), en la zona de aplicación del piloto.

**Foto 4: Resultado Test de Potasio (K) en zona piloto**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

Luego de establecerse el muestreo de la zona piloto, se establece la caracterización del primer objetivo redireccionado al crecimiento y mortalidad, frente a la reforestación con *P. tomentosa* (Kiri) en el Ecoparque Periland.

**Foto 5: Información sobre la delimitación de la zona investigación**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

La implementación se establece desde el mes de marzo de 2017, en la zona determinada tras la delimitación de la muestra, con 100 ejemplares de *Paulownias*, adquiridos y certificados por Paulownia SAS, hoy conocidos como “We Are Paulownia”. La siembra de la muestra se implementa mediante fase concertada con el Ecoparque Periland y funcionarios de entidades municipales como la Alcaldía y Secretaria de Ambiente de Cajicá.

**Foto 6: Información de la siembra piloto en el Ecoparque Periland**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

La evaluación de crecimiento de la especie en la zona, sigue en progreso; desde el inicio de la investigación se optó por verificar la zona de estudio y analizar las propiedades básicas del suelo. Sin embargo, durante los primeros seis meses la mortalidad de algunos ejemplares fue evidente e incluso esperada. Las fuertes lluvias que se desataron en plenos meses de marzo y abril llevaron a que los terrenos estuviesen delimitados por un porcentaje alto de humedad, lo que impidió el óptimo desarrollo de la especie.

Tras los acontecimientos, y partiendo de los pocos ejemplares dispuestos para continuar el piloto (70 plántulas), se decidió establecer una poda de *Eucaliptos* (especie predominante en la zona de investigación) para ampliar la recepción de luz solar y permitir evacuar la humedad en la zona piloto. Después de dos meses de establecida la poda, la planta inició proceso de crecimiento de tal forma que pasó de 10cm promedio desde su siembra, a un desarrollo de 20cm aproximadamente. Sin embargo, las fuertes corrientes de aire del mes de agosto, llevaron a buscar estrategias para cubrir las plantas que empezaban a representar un conductual de crecimiento positivo.

**Foto 7: Mejoramiento en crecimiento y desarrollo del piloto entre meses de mayo – septiembre de 2017**



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

Para diciembre de 2017, las plantas de *P. tomentosa* empezaron a mostrar la presencia de insectos *Peregrinus maidis* de orden *homóptera* conocidos también como Salta Hojas. Los insectos de *P. maidis* presentes en el piloto de *P. tomentosa*, presentaron tamaños variados entre 3 a 6 mm, con una cabeza pronunciada en forma de pico y antenas muy cortas. La

especie de estos insectos pueden presentar variedad de colores, sin embargo, en este caso, la apariencia del Salta Hojas en el piloto era de color negro con manchas blancas y cabeza amarilla. Según Martínez (2006), estos insectos se localizan entre la vaina de las hojas y el tallo con la intención de succionar la savia de las plantas debilitándolas en cierta medida<sup>50</sup>.

**Foto 8: Aparición de especie *P. maidis* (Salta Hojas) en las plantas de *Paulownia tomentosa***



Fuente: Salazar, Luis. (2017). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.

La presencia de la especie de *P. maidis* en las plantas de *P. tomentosa*, estableció la posibilidad de implementar un control biológico para erradicar la presencia de dichos insectos, sin embargo, aplicando los procesos de investigación y verificando el cumplimiento del primer objetivo del proyecto, se tomó la decisión de establecer un seguimiento a la especie animal, para verificar la afectación que le podría generar al piloto. Partiendo de lo anterior, durante tres meses constantes (marzo 2018) se validó la presencia del insecto en la planta, reportando datos nulos de afectación a la misma.

Al llegar el mes de abril de 2018, y con el inicio de las lluvias presentes para esta temporada, la presencia de los insectos en la *P. tomentosa* desaparece totalmente, además se evidencia la pérdida de las hojas en las plantas, lo cual genera preocupación frente a los procesos de crecimiento y mortalidad, que se podrían establecer por la presencia de suelos

---

<sup>50</sup> Martínez, E. (2006) Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Cuba.

demasiados húmedos a causa de las lluvias constantes, en la Sabana de Bogotá por la temporada.

Transcurridos los meses de mayo a junio de 2018, la mortalidad en las plantas de *Paulownia tomentosa* determinó un porcentaje de pérdida en un 70%, 40 plantas de la población restante murieron, lo cual mostró tras el incidente, la afectación que traen las zonas muy húmedas para el desarrollo de la especie de *P. tomentosa*. Durante el mes de julio, las plantas sobrevivientes correspondientes al 30% (20 plantas), mantuvieron un bajo desarrollo y crecimiento, algunas de ellas perdieron sus hojas en totalidad, aunque presentan retoños que reflejan la germinación de una nueva planta.

**Foto 9: Muestra final del piloto durante el mes de julio de 2018.**



Fuente: Fuente: Salazar, Luis. (2018). Ecoparque Periland. Fundación Bosques Verde. Vereda Chuntame. Cajicá.



Por último, el piloto dentro de la investigación continua en proceso de desarrollo y crecimiento, esperando que pueda cumplir con los ideales establecidos, sin embargo, tras los comparativos con otras zonas de aplicación, se pudo establecer que la especie de *P. tomentosa* tiene mayor posibilidad de desarrollo en pisos térmico no mayores a los 2000 metros sobre el nivel del mar.

### **8.5 IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS POR ESTUDIOS COMPARATIVOS DE REFORESTACIONES CON *PAULOWNIA TOMENTOSA* (KIRI)**

La *Paulownia tomentosa* es una especie en proceso de globalización, que ha llegado desde sus orígenes a posicionarse como una especie promisoría frente a sus grandes beneficios. En el presente la *P. tomentosa* se siembra en casi todos los países del mundo, siendo catalogado como el árbol más sembrado en el planeta, y a su vez, como la especie de plantas que contrarresta los efectos del calentamiento global. Por otro lado, la utilidad de la *P. tomentosa* como fuente de sostenibilidad económica se da a través de la explotación maderera, que se ve beneficiada por la rapidez con la que puede ser talada y la calidad de la madera para diversos procesos de producción.

En Colombia, aun no se presentan programas de impulso a la siembra de *P. tomentosa* por parte de los entes gubernamentales, sin embargo, tras el análisis de los cuatro proyectos básicos implementados en ciudades como Jamundí, Villeta (Agropaucol); Bucaramanga y municipios de Antioquia (We Are Paulownia), se pudo establecer mediante comparativo, que al momento la especie no presenta impactos negativos sobre el entorno en el que se encuentra, sin embargo, la especie solo ha tenido éxito en su introducción en temperaturas superiores a los 20 °C, lo que reportó para la investigación, la razón por la cual el piloto en el Ecoparque Periland, presenta un crecimiento y desarrollo lento, además de un alto índice de mortalidad. Para los proyectos establecidos en el comparativo, el enfoque de la reforestación, está asociado con el desarrollo económico que podría evidenciarse con la utilización de la especie. La madera de la *P. tomentosa* posee características como la relación de resistencia-densidad, el doble de resistente que una madera balsa, posee un fácil secado de aproximado entre 40 y 50 días, sin curvarse o fracturarse; lo cual permite

contrastar la *P. tomentosa* con otras especies madereras utilizadas en el país. Sin embargo, el precio de la madera en Colombia, por ser una especie apenas en reconocimiento, es bastante bajo, lo que supondría que los costes asociados a las variables de producción, no produciría solvencia económica. Tras la revisión los antecedentes con los proyectos comparativos, la especie no tiene resultados frente a impactos económicos madereros debido al poco tiempo de establecidos en el país, lo cual deja a consideración para futuros estudios comparativos.

Por otro lado, los impactos socio-económicos no solo se establecen por la incursión maderera de la especie, los proyectos de reforestación con *Paulownia tomentosa* en el país, también vinculan procesos de silvopastoreo y forrajes. Para la industria ganadera, la reforestación con *P. tomentosa* crea micro climas óptimos en los sistemas silvopastoriles, además de ofrecer sombra bajo la cual el ganado puede pastar para evitar pérdidas de peso por altas temperaturas; las hojas de la especie también se utilizan como alimento altamente nutritivo para el ganado, lo cual traduce beneficios en producción ganadera, con impactos económicos positivos; esta es la principal finalidad del proyecto establecido en Villeta (Cundinamarca).

Otros de los beneficios esperados tras la implementación de los proyectos comparativos, es el uso de la especie para procesos de “intercrooping” o cultivos rotativos, en donde los arboles protegen al cultivo que se encuentra en sus filas del sol y fuerte vientos, haciéndolo interesante, sobre todo para terrenos altamente expuestos a estas condiciones, lo que reduce la exposición a factores dañinos y mejora el crecimiento del cultivo; permitiendo obtener una rentabilidad frente a los mismos. La *P. tomentosa*, por sus características es una especie idónea para la aplicación en procesos de “intercrooping”; su raigambre se ubica por debajo de los 40 cm de profundidad, lo cual evita competitividad o afectación a los cultivos. Finalmente, la corona de la *P. tomentosa*, por el diámetro de sus hojas y ramas, convierten a la especie en factor importante de sombra para el cultivo.

El potencial forestal de la especie, traducido en rentabilidad económica también presenta impactos sociales; la estrategia de combate contra la pobreza que se vincula dentro del Plan de Desarrollo del país, y que se enfoca en el Desarrollo Sostenible, involucra a la *P.*

*tomentosa* como un elemento de impacto en el desarrollo municipal o regional, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida. Es importante destacar que los pocos estudios en Colombia tras la implementación de la especie, deja a consideración el análisis exacto de impactos, sugiriendo futuras investigaciones.

**Foto 10: Proyecto con *P. tomentosa* en Jamundí (Valle del Cauca) - Agropaucol**



Fuente: Peña, Fredy (2017). Desarrollo de Proyecto Paulownia. Agropaucol. Jamundí. Valle del Cauca.

**Foto 111: Proyecto con *P. tomentosa* en Villeta (Cundinamarca) – UDC**



Fuente: Villalobos, William (2017). Desarrollo de Proyecto Paulownia. Unidad de Desarrollo Para el Campo. Alcaldía de Villeta. Villeta. Cundinamarca.

**Foto 122: Proyecto con *P. tomentosa* en Antioquia – WAP**



Fuente: Vélez, Santiago (2017). Desarrollo de Proyecto Paulownia. We Are Paulownia. Medellín.

**Foto 133: Proyecto con *P. tomentosa* en Bucaramanga – CDMB**



Fuente: Céfora, Gloria (2018). Desarrollo de Proyecto Paulownia. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Bucaramanga.

## **8.6 ELEMENTOS DE DISCUSIÓN PARA LA CONSIDERACIÓN DE *PAULOWNIA TOMENTOSA* (KIRI) COMO ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS.**

Las afectaciones ambientales que presenta Colombia y cada una de sus ciudades y municipios por los impactos que ha traído el calentamiento global y las actividades

antrópicas, lleva a la necesidad de incursionar en estrategias que permitan soluciones activas y promisorias frente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS pactado por Colombia para 2030, y los cuales se establecen cada uno de los Planes de Desarrollo establecidos por el país.

Esta investigación tuvo como propósito evaluar la posibilidad de desarrollo de la especie *Paulownia tomentosa* en un piso térmico frío y una temperatura menor a los 20 °C, correspondiente al municipio de Cajicá, dentro de la Sabana de Bogotá. Además, de describir aquellas experiencias de reforestación con la especie en diferentes zonas del país. Partiendo de los antecedentes previos de la investigación, y vinculando como fuente principal a Cernadas (2014), quien expresa que la especie de *P. tomentosa* tiene la capacidad de desarrollarse en cualquier piso térmico e incluso adaptarse a condiciones climáticas extremas, los resultados del piloto en el Ecoparque Periland, expresan que la especie *P. tomentosa* no ha tenido mayor desarrollo ni crecimiento, las plantas después de dos años aproximadamente no superan los 20 cm de altura y en contraste con los proyectos comparativos tomados para la investigación el piloto no alcanzó el desarrollo estipulado en las características de la especie, lo cual representa contradicción e inesperados en la investigación.

De acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas para el reconocimiento de la especie, la implementación de *P. tomentosa* en el país, es considerada como una estrategia novedosa frente a la búsqueda de elementos que puedan mitigar los impactos del cambio climático y que se involucren en el desarrollo sostenible. Apoyándome en anteriores investigaciones, como lo es “The Kiri Revolution” en Texas, se puede deducir que la reforestación con alguna variedad de *Paulownia*, representaría impactos positivos a nivel ambiental, social y económico, orientando al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible para 2030, establecido por Colombia en la COP21 en 2015.

La intervención de las Corporaciones Ambientales partiendo de las consecuencias tras los beneficios presentados a nivel general en la investigación debe ser inmediata, con el fin de vincular la especie a un proceso caracterización de afectación por ser una especie

introducida, sin embargo, en consecuencia, de la implementación de la especie en diferentes países y las pocas reconocidas en Colombia, se podría considerar la reforestación de la misma mediante procesos controlados. En el mes de octubre de 2017, el Consejo Nacional de la Cadena Forestal, presentó al Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible un llamado a tener prudencia sobre la siembra de plantaciones comerciales de la especie *Paulownia tomentosa*, ya que en el país no se han realizado estudios que permitan conocer el comportamiento de adaptación ecológica, manejo silvicultural, plagas, enfermedades e información de las propiedades físico - mecánicas de la madera, que permitan fomentar la reforestación comercial a partir de esta especie. De igual forma, informó que, para establecer este tipo de especies no originarias de Colombia, se debe tener autorización de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)<sup>51</sup>. Vinculando este mensaje con la importancia de la especie como estrategia, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, presentó en el mes de enero de 2018, un piloto de investigación con la especie, con el fin de poder adaptarla a la zona y realizar la respectiva investigación de impactos para involucrarla en el listado de especies forestales autorizadas en procesos de reforestación, además, partiendo de los grandes beneficios que la especie puede presentar para la conservación y reestructuración de los suelos y los demás recursos naturales.

Por otro lado, vinculando los resultados con la discusión, se puede expresar que la experiencia representada mediante el piloto en el Ecoparque Periland, y en donde el desarrollo de la especie de *P. tomentosa* no alcanzó el desarrollo esperado, no siempre son experiencias que permitirán establecer la hipótesis esperada inicialmente, por tanto, el simple estado de evaluación de crecimiento, se convierte en un proceso investigativo con referentes que sirven de apoyo a futuras investigaciones. Además, la presente investigación establece una nueva hipótesis tentativa, sobre que variedad de *Paulownia*, sería apta para la zona o si se puede trabajar sobre un híbrido caracterizado para la misma.

Finalmente, partiendo de los antecedentes en el país, la incursión con *Paulownia tomentosa* es muy bajo y prematuro, lo que dificultó la posibilidad de establecer antecedentes

---

<sup>51</sup> HSB (2017). Reforestadores ¡Mucho ojo! con la siembra de Paulownia. HSB Noticias. Bogotá.

contundentes y claros, sin embargo, con la implementación que se desarrolla por los estudios comparativos con diferentes variedades de *Paulownia*, se sugiere el desarrollo de un investigación futura, que permitan determinar los beneficios reales, luego de cumplir con su tiempo de desarrollo y así determinar los atributos que generan beneficios para la recuperación de suelos afectados por la contaminación, además de los impactos frente otras actividades pertinentes con la especie enfocado en el Desarrollo Sostenible.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación del piloto en el Ecoparque Periland mostró tras los resultados, un proceso de desarrollo y crecimiento por debajo de la tasa establecida (1 metro por semestre), además del índice elevado de mortalidad en la zona, lo que llevó a concluir que la especie *Paulownia tomentosa* no es apta para futuras reforestaciones sobre la altura y temperatura establecida en la investigación. Sin embargo, tras el apoyo de We Are Paulownia, y manteniendo el propósito de la investigación, se sugiere la implementación de *P. Shantong*, la cual es una especie de híbrido con capacidades de adaptación a pisos térmicos con más altura sobre el nivel del mar y de la cual poco se ha trabajado ya que se encuentra en proceso de modificación genética.

El desarrollo de la variedad *P. tomentosa*, no presentó mayor desarrollo en la zona del piloto, tras aplicarse con más de un periodo de dos (2) años, la especie no logró un buen establecimiento (crecimiento y sobrevivencia), en donde el estándar de desarrollo para dicho lapso de tiempo es de cuatro metros aproximadamente. Lo que pone a consideración la estructuración de un nuevo proyecto, bajo implementación de piloto con *P. Shantong*.

La investigación mediante los cuatro estudios comparativos intentó caracterizar los posibles impactos socio-económicos y ambientales, partiendo de la aplicación de la *P. tomentosa* en diferentes actividades productivas, sin embargo, los antecedentes muestran limitaciones para establecer de forma concreta dichos impactos, debido al proceso muy reciente y prematuro que no sintetiza un resultado claro para la investigación.

Finalmente, y resumiendo el contenido, la variedad de *Paulownia* parece establecer impactos de solución no solo para la afectación en los suelos, sino también, frente el desarrollo económico, enfocados en el desarrollo sostenible; características que hicieron que, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, abriera



el espacio de estudio controlado y aplicación demostrativa de la especie, teniendo en cuenta que no es nativa pero que bajo deducción por la inmersión de la misma a nivel mundial, podría generar más impactos positivos, que negativos. Se esperaría con esto, que le vinculara la variedad de *Paulownia* especie dentro de las especies permitidas en los procesos de reforestación en Colombia.

Se recomienda establecer para futuras investigaciones el análisis y aplicación de otra variedad de *Paulownia*, partiendo de la evaluación del piso térmico y la temperatura de la zona con el fin de obtener un desarrollo acorde a las características de la especie, y de esta forma conocer los impactos de la especie de forma clara y evidente.

Es importante para la práctica, apoyarse en cada una de las investigaciones futuras realizadas a nivel nacional, con el fin contrastar los hallazgos de crecimiento y sobrevivencia, como aporte frente a la intención de continuidad de la investigación. Esto como consecuencia de los resultados de la presente investigación, los cuales muestran que no todas las variedades de *Paulownia*, tienen la capacidad de desarrollarse en condiciones similares.

Se debe tener presente, que la investigación tras la reforestación con *P. tomentosa*, la cual establece a 2018 un periodo de 3 años de aplicación, continua en análisis de crecimiento y desarrollo, con el fin de determinar la supervivencia de las muestras restantes en el piloto establecido en el Ecoparque Periland.

Finalmente, es importante aclarar que como las investigaciones por implementación de variedad de *Paulownia* aún no se consolida en su totalidad en Colombia, y los antecedentes de resultados son básicos, no se cuenta determinó un análisis detallado de impactos y recuperaciones reales, sin embargo, se sugieren implicaciones con resultados internacionales más certeros para futuras investigaciones.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Acción Cultural Popular. (2016). Adaptación al Cambio Climático. [En Línea]. Escuelas Digitales Campesinas. Bogotá. Disponible en: <http://cursos.mundorural.co/>

Alcaldía de Cajicá. (2014, diciembre). Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Cajicá. Planeación Municipal. Cajicá.

Alcaldía Municipal de Cajicá (2014). Plan Básico De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Cajicá. Capítulo 3. Artículo 17. Cajicá. Tomado de: <http://concejocajica.micolombiadigital.gov.co>

Alcaldía Municipal de Cajicá (2016). Información general municipal. [En Línea]. Planeación. Cajicá.

Alcaldía Municipal de Cajicá. (2016). Referente Geográfico Cajicá. [En Línea]. Planeación. Cajicá.

Alcaldía de Bogotá (2009). Resolución 170 de 2009. Conservación y Protección de los Suelos en el Territorio Nacional. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Tomado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co>

Alfonso, Nury (2009). El Suelo. Principios Básicos para la Gestión Ambiental. Universidad EAN. Bogotá.

Ardila, Andrés y Osorio, Juan. (2016). Paulownia. El mundo del Campo. Tomado de: <http://agropaucol.com/>

Beck, Oscar. (2007, December). The Tree that Could Save the Planet. [On Line]. Positive News. United States.

Bohórquez, Juan. (2014). En Villeta, Cundinamarca, se siembran árboles de Paulownia para cuidar el agua. La finca de Hoy. Disponible en: <http://noticias.caracoltv.com/la-finca-de-hoy/en-villeta-cundinamarca-se-siembran-arboles-de-paulownia-para-cuidar-el-agua>

Bosquihermanos. (2008 abril). Daños del Eucalipto. [En Línea]. España. Disponible en: <http://bosquihermanos.blogspot.com.co/2008/04/daos-del-eucalipto.html>

Bloomfield, Gillian y Calle, Alicia (2013). Principios para la restauración de bosques tropicales: La reforestación. ELTI. Environmental Leadership & Training Initiative. Panamá.

Bunge, Mario (1979). La investigación científica, su estrategia y su filosofía. Barcelona.

Calderón, Javier y López, Diana (2015) Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini. Buenos Aires. Disponible en: <https://pedagogiaemancipatoria.files.wordpress.com/2014/04/pedagogc3adas-emanlc3b3pez-cardona-y-calderc3b3n.pdf>

Camp, William y Thomas Daugherty (1999). Manejo de nuestros recursos naturales. Ed. Paraninfo. Madrid. España.

Castillo, Mauricio. (2004). Guía para la formulación de proyectos de Investigación. Primera Edición. Bogotá. Editorial Alma Mater Magisterio.

Cernadas, M. & Corredoira, E. (2014). Histology of the regeneration of Paulownia tomentosa (Paulowniaceae) by organogenesis. Rev. Biología Tropical. Volumen 62 (N.2). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr>

Comisión Europea CCE (2002). Hacia una estrategia para la protección de los suelos. Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, El Comité Económico y Social y el Comité de las Regiones. Bruselas.

CNF (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico. Comisión Nacional Forestal. SEMARNAT. México.

Consejo de Europa (1972). Carta Europea del Suelo. Unión Europea. Estrasburgo.

Constitución Política de Colombia (1991). Artículo 79: Derecho a un ambiente sano. Título 2. Capítulo 3. Bogotá. Tomado de: <http://www.constitucioncolombia.com>

Constitución Política de Colombia (1991). Artículo 80: manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible. Título 2. Capítulo 3. Bogotá. Tomado de: <http://www.constitucioncolombia.com>

Cundinamarca está entre bajas temperaturas y desabastecimiento de agua. (2026. Enero 18). Variación de las temperaturas empiezan a afectar a cultivos y a provocar sequías. [En línea]. El Tiempo.

Domínguez, Lady. (2012). Efecto de la aplicación del extracto hidroalcohólico de flores de caléndula (*Caléndula officinalis*) en la estabilización del color y vida útil en pulpa de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Tomado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

Doumett, S., Lamperi, L., Checchini L. & Azarello, E. (2008). Heavy metal distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa*, in a pilot-scale assisted phytoremediation study: Influence of different complexing agents. *Chemosphere Magazine*. Volume 72 (N.10). pp 1481-1490.

Elías, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, F. (2015). Ciencias para el mundo contemporáneo, Unidad 5: Impacto ambiental. El planeta herido. McGraw-Hill Companies. Cataluña.

El Tiempo (2017). Cajicá, el mejor municipio de la Sabana en economía y reciclaje. Editorial El Tiempo. Diciembre. Bogotá.

FAO (2018). Degradación del Suelo. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Regional América Latina y el Caribe.

FAO (2014) Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [En línea] Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm#Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo>

Fernández, H., Oliver, J., & Lerma, V. (2017). A study of Paulownia spp. as a short-rotation forestry crop for energy uses in Mediterranean conditions. Rev. Madera y Bosques. Volumen 23 (N.3). Recuperado de <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb>

Fernández, Scarlet (2017). Los 10 Problemas Ambientales de Colombia Más Graves. Lifeder. Bogotá.

Ferrari, A. E. & I. G. Wall. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía 105 (2): 63-87.

Flora de Asia Oriental. (2015, abril). Paulownia tomentosa, Kiri, el Árbol de la vida. [En Línea] Plantas y Jardín. Disponible en: <http://plantasyjardin.com/2015/04/paulownia-tomentosa-kiri-el-arbol-de-la-vida/>

Flórez, Claudia. (2011). Rehabilitación de suelos en proceso de desertificación vía reactivación del ciclo biogeoquímico con plantaciones de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) en el occidente medio Antioqueño. [En Línea] Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co>

Garcés, Eduardo. (2010). Soy Ecolombiano, Acciones practicas hacia un estilo de vida Sostenible. Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. WWF. El Espectador.

García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgins y E. M. Escobar. 2016. El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp.

Harris, Marvin. (1986). Cannihals and kings. The origins of cultures. Barcelona. Salvat Editores, S.A. Cap., El origen de la agricultura.

Hernández Sampieri, Roberto (2006). Metodología de la Investigación. Cuarta Edición. México. McGraw-Hill.

HSB (2017). Reforestadores ¡Mucho ojo! con la siembra de Paulownia. HSB Noticias. Bogotá.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. [En Línea] <http://www.ideam.gov.co/>

IDEAM (2015). Decreto 1791 de 1996: Régimen de aprovechamiento forestal y acuerdos regionales con este fin. Bogotá. Tomado de: <http://www.ideam.gov.co>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015, marzo). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100 Herramientas

Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá.

IDEAM, UDCA (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de los suelos por Erosión. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Universidad de Ciencias Aplicadas- UDCA. Bogotá.

IPCC. (2013). Cambio Climático 2013, bases físicas. Noruega. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Mannise, Raúl. (2012). El árbol que puede salvar al mundo. [En Línea]. Ecocosas, difundiendo conocimientos ecológicos. Disponible en: <http://ecocosas.com/eg/el-arbol-que-puede-salvar-al-mundo/>

Marco geográfico de Cundinamarca. Gobernación de Cundinamarca. Secretaria de Medio Ambiente [En Línea] Bogotá. Disponible en: [www.cundinamarca.gov.co](http://www.cundinamarca.gov.co)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Convención marco de naciones Unidas para el cambio climático. [En línea] Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/convencion-marco-de-naciones-unidas>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Cambio Climático. [En línea] Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/ambientes-y-desarrollos-sostenibles/cambio-climatico>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá. Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Documento CONPES 2834 de 1996: Política de bosques. Bogotá. Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). El acuerdo de París; Así actuará Colombia frente al Cambio Climático. Fundación Natura. WWF Colombia. Cali. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Gases Efecto Invernadero. [En línea] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014). Ley 388 de 1997, Artículo 33: Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo. Bogotá. Tomado de: <http://www.minambiente.gov.co>

Miramar, M (2018). La revolución del Kiri, el árbol que puede salvar al mundo. Rev. Tendencias. Volumen 27. Recuperado de <https://elblogverde.com>

Moatti, Jean Paul. (2015). Climate Change, Research for development takes up the challenge. Paris. Institut de Recherche pour le Developpement.

Moncada, Julio. (2007). Paulownia; lista y adaptada al territorio colombiano. Diario El Colombiano. Medellín. Tomado de: <http://www.elcolombiano.com/>

Nagata, T., DuVal, A., Schull, M. & Tchernaja, T. (2013). Paulownia tomentosa: A Chinese plant in Japan. Curtis's Botanical Magazine. Volume 30 (N3). Recuperado de <https://www.researchgate.net>



Naciones Unidas. (2015) XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático. Paris, Francia.

NC Forest Service. (2010, March). Invasive Exotic Plants of North Carolina. [On Line]. Department of Transportation. United States. Available in: <http://www.ncforestsERVICE.gov/publications/Forestry%20Leaflets/IS14.pdf>

Noticentro (2017). Cajicá, es modelo de gestión en manejo de Residuos Sólidos. Portal de Noticias de Cundinamarca. Octubre. Cajicá. Disponible en: <http://www.noticentrocolumbia.com/2017/10/18/cajica-es-modelo-de-gestion-en-manejo-de-residuos-solidos/>

OAS - Organization of American States (2008). Ley 1021 de 2006. Ley Forestal. Bogotá. Tomado de: <http://www.oas.org>

OAS - Organization of American States (2008). Ley 99 de 1993. Ley General de Medio Ambiente. Bogotá. Tomado de: <http://www.oas.org>

Pantoja, José (2014). Erosión del Suelo. PROMETEO, Investigación, Formación y Desarrollo. Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador.

Peña, Edwin (2013). Conservación de suelo como estrategia de producción. Anacafé. Revista El Cafetal. Guatemala.

PDM (2016). Desarrollo Rural y Agropecuario. Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019. Alcaldía de Cajicá. Cajicá.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. (2012). ABC, Adaptación y bases conceptuales del Cambio Climático. Bogotá. Departamento Nacional de Planeación Colombia.

Planeación, Gestión y Control. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial. [En Línea] Cajicá. Alcaldía Municipal.

Plan Regional Integral de Cambio Climático para la región capital. (2012). El enfoque territorial al Cambio Climático en la región de Bogotá Cundinamarca. Bogotá. IDEAM, CAR, Humbolt Colombia.

Prieto, Carlos (2003) Basuras. [Físico] Eco Ediciones. Segunda Edición. Bogotá.

QA International. (2005) El Calentamiento Global, Ecología y Medio Ambiente. [Físico] Casa Editorial El Tiempo. Bogotá. Pág. 118.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Segunda Edición. Bogotá. Ediciones Aljibe.

Rojas, Ana. (2008). El mueble de la Madera; Apogeo de Árboles. Revista M&M. Bogotá. Tomado de: <http://www.revista-mm.com/2016/index.php/ediciones-antteriores>

Rojas, Arnulfo., Ibarra, José (2003) La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. Población y Desarrollo. Paraguay.

Sánchez, Mariano (2012) Paulownia Tomentosa, Ficha Técnica. [En línea] Real Jardín Botánico. España. Disponible en: <https://www.valencia.es/>

Sandoval Casilimas, C. A. (1996). Enfoques y modelos de investigación. Bogotá: ICFES

Simms, Larry. (2012, December). What are the advantages of fast-growing trees. [On Line]. The Paulownia Tomentosa trees.

Van de Hoef, Lyn (2003). Agriculture notes: Paulownia. Dept. of Primary Industries. National Library of Australia. Australia. Tomado de <https://trove.nla.gov.au>

Vasilachis, Irene (2006) Estrategias de Investigación Cualitativa. Gedisa Editorial. España.

Velez, Santiago (2013). WE ARE PAULONIA. Medellín. [En línea] <http://wearepaulownia.com/>.

Vélez, Santiago (2013). Características de la especie de Paulownia. We Are Paulownia – WAP. Medellín. Antioquia

WWF Cymru. (2015). What we do. [Online] United Kingdom. Available in: [wwf.org.uk/wales](http://wwf.org.uk/wales)

Zúñiga, O., Osorio, J., Cuero, R., Peña, J. (2010). Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. Universidad del Valle. Valle del Cauca. Tomado de: <http://www.scielo.org.co/>

## ANEXOS

### 1. MODELO DE ENCUESTAS

#### 1.1. Modelo de encuesta de reconocimiento – funcionario

 UNIVERSIDAD DE MANIZALES	UNIVERSIDAD DE MANIZALES CENTRO DE INVESTIGACIONE EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO – CIMAD MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO - FUNCIONARIO
--	---

<b>OBJETIVO</b>  Caracterizar los parámetros de reconocimiento de una especie introducida como lo es la Paulownia Tomentosa, con el fin de establecer posibles beneficios.
--

<b>NOMBRE:</b>
<b>CARGO:</b>
<b>ENTIDAD:</b>
<b>RESPONSABLE: LUIS CARLOS SALAZAR</b>

**Seleccione de 1 a 3, donde 3 representa un SI, 2 representa un nivel de NEUTRALIDAD y 1 representa un NO. Las respuestas deben aplicarse en el**

ITEM / CUESTIONARIO	Escala		
	NO	ALGO	SI
1. Conoce la importancia que representa la Paulownia Tomentosa para la recuperación del suelo.	1	2	3
2. Tiene claros los beneficios que la especie presenta para minimizar el impacto y degradación en el ambiente.	1	2	3
3. Alguna vez había escuchado de proyectos similares.	1	2	3
4. Reconoce la política colombiana que establece el cuidado y recuperación de bosques y suelo.	1	2	3
5. Es consciente de nuevas estrategias para optimizar los recursos y aportar al desarrollo sostenible.	1	2	3
6. Alguna vez ha vivenciado situaciones de tala de árboles a bosques o selvas.	1	2	3
7. Sabe cuáles consecuencias se producen en un ecosistema por la pérdida de especies y hábitats.	1	2	3
8. Comprende los beneficios que puede traer la reforestación con Paulownia Tomentosa para el componente ambiental como para el económico y social.	1	2	3
9. Considera que la especie podría aportar al desarrollo económico, social y ambiental en su región.	1	2	3
10. Le gustaría conocer impactos reales de aplicaciones mas desarrolladas en otros países.	1	2	3

**respectivo cuadro de respuestas.**

Por último, seleccione marcando con una X, si está DE ACUERDO o en DESACUERDO a la siguiente afirmación.

ITEM / AFIRMACIÓN	ACUERDO	DESACUERDO
La entidades ambientales y gubernamentales deberían permitir el uso de especies introducidas que participan el mejoramiento y preservación de los recursos naturales, además de contribuir al desarrollo sostenible de una región.		

## 1.2 Modelo de encuesta de reconocimiento – general

 UNIVERSIDAD DE MANIZALES	UNIVERSIDAD DE MANIZALES CENTRO DE INVESTIGACIONE EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO – CIMAD MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO - GENERAL
--	---

<b>OBJETIVO</b>  Caracterizar los parámetros de afectación que se han presentado en la región tras la modificación de los ecosistemas por acciones naturales o antrópicas, con el fin de dar a conocer la especie de Paulownia TomENTOSA como estrategia de mitigación.
---

NOMBRE:
SECTOR:
RESPONSABLE: LUIS CARLOS SALAZAR

**Seleccione de 1 a 3, donde 3 representa un SI, 2 representa un nivel de NEUTRALIDAD y 1 representa un NO. Las respuestas deben aplicarse en el**

ITEM / CUESTIONARIO	Escala		
	NO	ALGO	SI
1. Conoce la importancia que representan los recursos naturales para la vida.	1	2	3
2. Reconoce la política colombiana que establece el cuidado de los recursos naturales.	1	2	3
3. Sabía que el suelo es considerado como la piel del planeta Tierra.	1	2	3
4. Sabe cuáles son las propiedades físico/químicas del suelo y la importancia que tiene el mismo.	1	2	3
5. Alguna vez ha escuchado o se ha visto afectado(a) por la pérdida de las propiedades del suelo.	1	2	3
6. Es consciente que existen nuevas estrategias conservar los recursos naturales como el suelo.	1	2	3
7. Ha escuchado de la especie que puede salvar el mundo por sus beneficios llamada Paulownia TomENTOSA.	1	2	3
8. Les interesaría conocer más sobre los impactos positivos que la especie ha presentado en diferentes lugares.	1	2	3
9. Les gustaría implementar en su región un cultivo muestra de la especie.	1	2	3
10. Participaría en la recuperación de suelos degradados mediante procesos de reforestación.	1	2	3

**respectivo cuadro de respuestas.**

Por último, seleccione marcando con una X, si está DE ACUERDO o en DESACUERDO a la siguiente afirmación.

ITEM / AFIRMACIÓN	ACUERDO	DESACUERDO
Las entidades ambientales y gubernamentales deberían permitir el uso de especies introducidas que participan el mejoramiento y preservación de los recursos naturales, además de contribuir al desarrollo sostenible de una región.		

## 2. MODELO DE ENTREVISTAS



### OBJETIVO

Reconocer cada uno de los proyectos con Paulonia establecidos en Colombia y los posibles impactos que ha dejado hasta el momento la utilización de la misma.

### Guía de Preguntas para las Entrevistas.

1. Nombre completo, edad, profesión, cargo que ocupa actualmente y entidad que representa.
2. ¿Desde hace cuánto viene trabajando con la especie de Paulonia?
3. ¿Qué otras variedades de Paulownia conoce y han trabajado en la entidad?
4. ¿Qué impactos negativos y positivos ha podido identificar tras la reforestación con la especie de Paulownia?
5. ¿Qué opinión tiene las Corporaciones Ambientales frente al uso de una especie no nativa para los procesos de reforestación?
6. ¿Considera importante la utilización de la especie en el país y por qué?
7. ¿Desea hacer comentarios o aportes adicionales?