

**Reforestación en Predios de Importancia Ecológica en la Zona de Captación del  
Acueducto de Saravena – Arauca**

**Jeisson Arias Estrada**

**Universidad Pontificia Bolivariana**

**Escuela de Ingeniería**

**Bucaramanga**

**2019**

**Reforestación en Predios de Importancia Ecológica en la Zona de Captación del  
Acueducto de Saravena – Arauca**

**Jeisson Arias Estrada**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Director del Práctica Empresarial**

**MSc. Yolanda Gamarra Hernández**

**Universidad Pontificia Bolivariana**

**Escuela de Ingeniería**

**Bucaramanga**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi madre, por su apoyo incondicional en cada decisión que tomé, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por su ejemplo de perseverancia, sus valores, pero más que nada por su infinito amor.

A mi padre, por sus sabios consejos, guiándome por el camino del bien, por su sacrificio todos estos años para brindarme educación y bienestar.

A mi hermana, hermano, abuela y familia en general por estar siempre presentes, acompañándome y brindándome su ayuda para seguir avanzando con pie firme.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por protegerme durante toda mi vida y por darme fuerzas para superar las adversidades que se presentaron.

A mis padres, por brindarme todo su amor. Por ser un ejemplo de personas correctas, me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante las dificultades. Por su apoyo en mi formación como persona íntegra. A mis hermanos por su compañía y siempre estar dispuestos a ayudarme en lo que necesite.

Mi profundo agradecimiento a la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo Saravena, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial en sus instalaciones. A mi supervisor de práctica por la confianza y apoyo para desempeñarme de la mejor manera.

A mis amigos y compañeros que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

También quiero agradecer a la universidad, directivos y profesores, especialmente mi directora de práctica por su colaboración para culminar este último escalón de pregrado.

## Tabla de Contenidos

Introducción .....	3
Capítulo 1 Generalidades de la Empresa .....	6
1.1 Razón social.....	6
1.2 Ubicación.....	6
1.3 Actividad económica.....	6
1.4 Productos y servicios .....	7
1.4.1 Acueducto .....	7
1.4.2 Alcantarillado.....	9
1.4.3 Aseo.....	9
1.4.4 Planta de reciclaje .....	10
Capítulo 2 Diagnóstico de la Empresa.....	11
Capítulo 3 Objetivos.....	13
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos .....	13
Capítulo 4 Metodología .....	14
4.1 Conocimiento del proyecto .....	14
4.2 Revisión de predios.....	14

4.3 Aislamiento.....	14
4.4 Preparación del terreno .....	15
4.5 Siembra .....	15
4.6 Inspección.....	15
Capítulo 5 Resultados y Discusión.....	18
5.1 Localización .....	18
5.2 Reseña histórica .....	18
5.3 Vías de Comunicación .....	20
5.4 Socialización aspectos generales del convenio .....	21
5.5 Contratación y afiliación del personal. ....	21
5.6 Inducción y entrega de dotación .....	22
5.7 Identificación y reconocimiento del terreno.....	24
5.8 Toma de muestras para análisis de suelo de los predios a reforestar.....	25
5.9 Labores de aislamiento.....	37
5.10 Control de alcoholemia .....	38
5.11 Entrega de plántulas .....	39
5.12 Actividades de limpia del terreno .....	41
5.13 Actividades de trazado y ahoyado .....	42
5.14 Aplicación de Enmiendas al Suelo .....	44
5.15 Siembra de plántulas .....	46
5.16 Aplicación de Fertilizante foliar .....	48
5.17 Auditoria de Corporinoquia.....	49

5.18 Disposición de Residuos Sólidos Generados .....	49
5.19 Liquidación del convenio de Reforestación .....	51
Capítulo 6 Conclusiones .....	52
Capítulo 7 Recomendaciones .....	54
Lista de Referencias.....	55
Anexos .....	58

## Lista de tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	16
Tabla 2: Herramientas de trabajo para el convenio.....	23
Tabla 3. Elementos de protección personal entregados. ....	23
Tabla 4 Predios a reforestar. ....	25
Tabla 5 Muestreo en predio El Paraíso. ....	27
Tabla 6 Muestreo en predio La Pradera. ....	27
Tabla 7 Muestreo en predio Valparaíso 2. ....	28
Tabla 8: Escala de clasificación del pH.....	30
Tabla 9 pH de las muestras.....	30
Tabla 10 Clasificación de la Materia Orgánica. ....	31
Tabla 11 Materia Orgánica de las muestras.....	31
Tabla 12 Clasificación del Nitrógeno. ....	32
Tabla 13 Nitrógeno de las muestras.....	32
Tabla 14 Clasificación del Potasio.....	33
Tabla 15 Potasio de las muestras. ....	33
Tabla 16 Clasificación del Calcio. ....	33
Tabla 17 Calcio en las muestras. ....	34
Tabla 18 Clasificación del Magnesio.....	34
Tabla 19 Magnesio en las muestras. ....	34
Tabla 20 Clasificación de la Capacidad de intercambio catiónico. ....	35
Tabla 21 Capacidad de intercambio catiónico en las muestras. ....	35

Tabla 22 Clasificación del Sodio. ....	36
Tabla 23 Sodio en las muestras.....	36
Tabla 24 Especies de plantas endémicas. ....	40
Tabla 25 Total de plántulas en cada predio. ....	47
Tabla 26: Personal contratado.....	58
Tabla 27: Personal profesional. ....	59
Tabla 28 Análisis muestra Valparaíso 2.....	65
Tabla 29 Análisis muestra La Pradera.....	66
Tabla 30 Análisis muestra El Paraíso.....	67

## Lista de figuras

Figura 1: Planta de tratamiento de agua potable Saravena. (Elaboración propia) .....	8
Figura 2: Planta administrativa de la ECAAAS-ESP. (Elaboración propia) .....	11
Figura 3: Departamento de Arauca. ....	18
Figura 4: Mapa hidrológico del municipio de Saravena. (Fuente: PBOT Saravena, 2010).....	20
Figura 5: Socialización del convenio. (Elaboración propia) .....	21
Figura 6: Entrega de herramientas y EPP. (Elaboración propia) .....	24
Figura 7: Predios a intervenir aledaños al río Satocá. (Fuente: Google maps) .....	25
Figura 8: Recolección de muestras de suelo. (Elaboración propia).....	28
Figura 9: Muestras listas para enviar al laboratorio. (Elaboración propia) .....	29
Figura 10: Actividades de encerramiento. (Elaboración propia) .....	37
Figura 11: Instalación del alambrado. (Elaboración propia) .....	38
Figura 12: Prueba de alcoholimetría. (Elaboración propia) .....	38
Figura 13: Capacitación sobre SGSST. (Elaboración propia) .....	39
Figura 14: Descargue de plantas. (Elaboración propia) .....	41
Figura 15: Guadañado de predios. (Elaboración propia) .....	42
Figura 16: Trazado y ahoyado. (Elaboración propia) .....	44
Figura 17: Aplicación de enmiendas. (Elaboración propia) .....	45
Figura 18: Capacitación sobre siembra. (Elaboración propia) .....	46
Figura 19: Siembra de plántulas. (Elaboración propia) .....	46
Figura 20: Total de plantas por predio. (Elaboración propia) .....	47
Figura 21: Aplicación de fertilizante. (Elaboración propia).....	48

Figura 22: Auditoría de la corporación. (Elaboración propia) .....	49
Figura 23: Recolección y disposición de residuos sólidos. (Elaboración propia) .....	50
Figura 24: Liquidación del personal. (Elaboración propia).....	51
Figura 25: Topografía predio Valparaíso 2 (Elaboración propia). .....	60
Figura 26: Topografía predio La Pradera (Elaboración propia). .....	61
Figura 27: Topografía predio El Paraíso (Elaboración propia). .....	62
Figura 28: Topografía predio La Fortuna (Elaboración propia). .....	63
Figura 29: Topografía predio La Rinconada (Elaboración propia). .....	64

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** Reforestación en Predios de Importancia Ecológica en la Zona de Captación del Acueducto de Saravena – Arauca

**AUTOR(ES):** Jeisson Arias Estrada

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** Yolanda Gamarra Hernández

### RESUMEN

Como plan de compensación por la concesión de agua superficial vencida en el 2017, otorgada por la Corporación Autónoma Regional Corporinoquia, la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo Saravena aunando esfuerzos con dicha autoridad ambiental, realizó una reforestación con cincuenta mil plántulas en predios de propiedad de la gobernación y de la misma empresa, contiguos a la bocatoma en la vereda Satocá, municipio de Saravena, con el fin de mitigar los daños efectuados al ecosistema por la extracción de agua superficial en la cuenca del río Satocá. Este proyecto presenta de forma detallada cómo se desarrollaron las actividades de ejecución del proyecto, desde la socialización a la comunidad hasta la terminación de las actividades de reforestación. La plantación se llevó a cabo en un área de 50 hectáreas, en la cual se identificó y trabajó con catorce especies endémicas garantizando así un ambiente cómodo para su desarrollo.

### PALABRAS CLAVE:

Reforestación, plántula, aislamiento, corporación, tresbolillo.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Reforestation in Ecological Lands of Importance in Saravena's Aqueduct Catchment Zone

**AUTHOR(S):** Jeisson Arias Estrada

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR:** Yolanda Gamarra Hernández

**ABSTRACT**

As a compensation plan for the superficial water's license that expired in 2017, which is given by the CORPORINOQUIA (Regional Autonomous Corporation of Orinoquia), the aqueduct and sewage system's company SARAVERNA in joint efforts with the environmental authority did a reforestation process which consisted on the plantation of fifty thousand seedlings on company lands and also governmental lands adjoining the Satocá's pathway intake, with the final purpose of mitigating the damages made to the environment due to the superficial water extraction from the Satoca river's basin. This project presents in detail how the activities for the project execution were developed from the socialization to the community until the end of the reforestation activities. The plantation was performed on a 50 acres area in which 14 endemic species were identified. Guaranteeing a comfortable environment for their development.

**KEYWORDS:**

Reforestation, Seedling, isolation, corporation, quincunx

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## Introducción

En los últimos años la sociedad a nivel mundial ha entrado en una fase de preocupación por el cambio climático y los desastres naturales que día a día son más frecuentes en todo el planeta. La humanidad viene de un largo periodo de desarrollo industrial, donde prima: la producción a grandes escalas, implementar estrategias para acelerar procesos, incrementar a toda costa el capital empresarial y reducir costos improductivos. Dando prioridad a la producción desenfrenada de bienes y servicios, ignorando los problemas ambientales antropogénicos que se ocasionaban, entre los que se destacan: contaminación de fuentes hídricas, emisión de gases tóxicos, polución del suelo, deforestación, erosión, aumento descontrolado de residuos sólidos y tóxicos.

El periodo de industrialización inició en la segunda mitad del siglo XVIII, dicho acontecimiento desencadena una infinidad de problemas ambientales de influencia antrópica y solo hace cincuenta años en la década de 1960 nace El Club De Roma, la primera organización que preocupada por el deterioro del medio, buscando discutir sus causas y consecuencias, para brindar soluciones a las problemáticas de la humanidad, esencialmente sobre el ambiente a nivel mundial, como resultado se origina el término desarrollo sostenible, que consiste en satisfacer las necesidades del presente teniendo en cuenta el bienestar de las futuras generaciones, garantizando un crecimiento económico de la mano del cuidado del ambiente y el bienestar social. Como consecuencia las naciones comienzan a incluir la normatividad ambiental dentro de sus sistemas legislativos. Colombia no fue la excepción, a partir de 1974 con el decreto ley 2811 empieza a establecerse políticas ambientales, siendo este el primer paso para contribuir con la preservación de los recursos naturales renovables. Más adelante en el artículo 150 de la constitución política de 1991 se crean

las Corporaciones Autónomas Regionales como autoridades ambientales y dos años más tarde se aprueba la ley 99 de 1993 (Congreso de Colombia, 1993), donde se crea el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental.

Las corporaciones autónomas regionales están “encargadas por ley de administrar dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por el desarrollo sostenible del país” (Minambiente,2018). Una de sus funciones es conceder un permiso para captar agua de ríos, llamado concesión de aguas superficiales, este permiso es tramitado por la Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo Saravena con el fin de captar de la fuente hídrica un caudal promedio de 115 litros por segundo para abastecer con agua potable el municipio. En la resolución expedida por la autoridad ambiental en conformidad con las obligaciones impuestas en los actos administrativos mediante los cuales se otorgan permisos, ordena establecer como medida compensatoria la siembra de cincuenta hectáreas equivalentes a cincuenta mil plántulas, con el fin de retribuir al entorno natural por los impactos generados por el proyecto (Corporinoquia, 2017).

Una de las medidas que contribuyen a mejorar la cobertura vegetal del medio, es la reforestación, porque protege al suelo de la erosión, aumenta la fertilidad del suelo y mejora el desempeño de las cuencas hidrográficas. Según cifras del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) en los últimos cuatro años “se han restaurado 203.426 hectáreas, lo que equivale a la siembra de 94 millones de árboles”, esta cifra es contrastada si la comparamos con las obtenidas por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (2014-2017) donde afirma que del año 2014 al 2017 la superficie cubierta por bosque natural ha disminuido en 341.357 hectáreas, ahí podemos darnos cuenta el problema ambiental que tenemos a causa de la deforestación, porque

esta destrucción de la superficie vegetal está superando el área de las actividades de recuperación forestal en un cuarenta por ciento. Las actividades humanas han sido reconocidas como las principales fuerzas que transforman la biosfera, así como responsables de la mayoría del cambio contemporáneo en los paisajes (Skole, Chomentowski, Salas, & Nobre, 1994, p.314). La superficie de la corteza terrestre es el área de mayor importancia para este proyecto, según afirma Lambin (1997) la mayor parte de los cambios ocurridos en ecosistemas terrestres se deben a: a) conversión de la cobertura del terreno, b) degradación del terreno y c) intensificación en el uso del terreno.

En Colombia las empresas, fabricas, industrias, proyectos y demás que mediante sus actividades tengan que alterar las condiciones del medio o extraer algo de allí, deben gestionar un permiso o licencia ambiental ante la autoridad ambiental competente para poder realizar de manera legal sus actividades. Es el caso de la Empresa Comunitaria de Acueducto Alcantarillado y Aseo Saravena (ECAAAS-ESP) que para la captación de agua en su bocatoma y abastecer así el acueducto municipal, necesita contar con una concesión de agua superficial otorgada por la corporación autónoma región Corporinoquia la cual tiene jurisdicción en este territorio, dicha concesión generalmente se ha otorgado por cinco años y terminado este tiempo la empresa tiene la obligación de cumplir con un plan de compensación al ecosistema alterado por los servicios ambientales obtenidos. En el 2017 la concesión caducó y como medida de compensación la ECAAAS propuso a Corporinoquia llevar a cabo una reforestación en áreas adyacentes a la bocatoma, dicha infraestructura está construida sobre el río Satocá en la vereda Satocá municipio de Saravena departamento de Arauca. De allí se establece el proyecto con el fin de aunar esfuerzos técnicos, administrativos, operativos y económicos para realizar el establecimiento de cincuenta mil plántulas y su aislamiento en predios de importancia estratégica, en la cuenca del río Satocá.

## **Capítulo 1**

### **Generalidades de la Empresa**

#### **1.1 Razón social**

Nombre de la empresa: Empresa Comunitaria de Acueducto Alcantarillado y Aseo Saravena.  
ECAAAS – ESP.

Representante legal: Bernardo José Arguello Santos

NIT: 800.163.392-3

#### **1.2 Ubicación**

Las instalaciones de la ECAAAS – ESP se encuentran ubicadas en el municipio de Saravena departamento de Arauca, la dirección de la administración es calle 30 # 15 – 30 barrio Centro.

Teléfono: 889 2028

#### **1.3 Actividad económica**

La ECAAAS es una empresa de economía comunitaria, organizada autónomamente y de carácter privado, realiza cuatro actividades económicas nombradas a continuación:

Captación, tratamiento, conducción y distribución de agua potable.

Captación, conducción y tratamiento de agua residual.

Recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos.

Recolección, reciclaje y transformación de plástico de alta densidad.

## **1.4 Productos y servicios**

La Empresa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Saravena brinda a sus usuarios tres servicios públicos domésticos: acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Saravena – Arauca. Se caracteriza por ofrecer un servicio óptimo, eficiente y de calidad, vigilada por la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios.

### **1.4.1 Acueducto**

El servicio de acueducto consta de tres procesos: captación, tratamiento de potabilización y distribución.

#### ***1.4.1.1 Captación***

El proceso de captación se lleva a cabo en la microcuenca del río Satocá, mediante una bocatoma ubicada en un costado del río, construida en concreto reforzado con una capacidad de captación de hasta 250 L/s. Seguidamente el agua se desplaza por una tubería de aducción hacia el desarenador que está compuesto por 2 módulos de recolección. Cuenta con una zona de sedimentación, una zona de salida y una cámara de recolección. Cada módulo tiene una capacidad de 90 L/s.

#### ***1.4.1.2 Planta de tratamiento de agua potable***

La PTAP es de tipo convencional, su caudal promedio en el afluente es de 115 L/s, a este caudal se le adiciona un coagulante (hidroxicloruro de aluminio) en un vertedero donde se realiza una mezcla rápida por medio de un resalto hidráulico. El agua es conducida hacia dos floculadores en paralelo, cada uno cuenta con doce compartimientos cuadrados. Posteriormente cada floculador se

une a un sedimentador, estos últimos tienen forma rectangular, y funcionan con flujo ascendente y paneles tipo colmena. A continuación, sigue el proceso de filtración, conformado con cinco unidades de filtración rápida descendente, con lechos de grava, arena y antracita. Por último, se realiza la desinfección, que consta de una descarga de cloro gaseoso a la tubería de salida.



Figura 1: Planta de tratamiento de agua potable Saravena. (Elaboración propia)

#### ***1.4.1.3 Conducción***

De la planta salen dos tubos de doce pulgadas con una longitud de un kilómetro hasta llegar al tanque de almacenamiento, que cuenta con una capacidad de 2.240 metros cúbicos, de allí se extiende la red por 8.102 metros hasta el casco urbano del municipio, donde por redes de distribución que miden alrededor de 100 kilómetros, se abastece con agua potable a 14.500 suscriptores (100% de la población urbana). Según el último informe nacional de la calidad del agua para consumo humano INCA 2016, de acuerdo con Ministerio de Salud y Protección Social (2018) el municipio de Saravena obtuvo un puntaje del IRCA de 0.43 con un nivel de riesgo de SIN RIESGO (p.109).

### **1.4.2 Alcantarillado**

El sistema de alcantarillado cuenta con una cobertura del 75% de viviendas urbanas con el servicio de alcantarillado dando un tratamiento al agua residual producida con un sistema de cuatro lagunas de oxidación facultativas, seis lagunas anaerobias y una de maduración.

### **1.4.3 Aseo**

La empresa tiene diseñadas siete rutas establecidas por barrios para recoger los residuos sólidos en el casco urbano del municipio y en el centro poblado de Puerto Nariño. Para llevar a cabo esta tarea cuenta con tres vehículos compactadores y uno de contingencia. Se han definido rutas de residuos orgánicos que se realizan dos veces por semana y residuos reciclables una vez a la semana, con el fin de darle la oportunidad a las personas particulares que se dedican al reciclaje de residuos aprovechables, para que seleccione el material que pueda comercializar y por consiguiente se disminuirá la cantidad de residuos llevados al relleno. En promedio se recolectan 910 toneladas de residuos sólidos al mes, estas son transportadas hacia el Relleno Sanitario Regional del Piedemonte Araucano ubicado en la jurisdicción la Esmeralda municipio de Arauquita.

Una actividad complementaria del aseo corresponde al barrido de áreas públicas, esta labor la desempeñan tres grupos de mujeres, cada uno de cuatro integrantes, ellas cumplen con quince rutas establecidas para realizar el barrido y/o rastillado de calles pavimentadas y parques. Adicional a esto también se cuenta con dos operarios encargados del guadañado de áreas públicas. Los residuos de estas dos actividades son llevados a una planta de aprovechamiento donde se desarrolla el proceso biológico de compostaje.

#### **1.4.4 Planta de reciclaje**

En el casco urbano, existe un punto de acopio de residuos plásticos de alta densidad, allí se compra el plástico a los recicladores. Este material es compactado en una máquina para poderlo manipular fácilmente y transportarlo hasta la planta de reciclaje que queda en el área rural. Una vez el plástico llega a la planta, pasa por un molino que corta el material en partes más pequeñas, luego se mezcla en una aglutinadora con plástico de baja densidad (generalmente bolsas) y posteriormente se adiciona en una extrusora que funde el material para finalmente entrar en moldes de postes o cajillas para los medidores de agua.

## Capítulo 2

### Diagnóstico de la Empresa

La ECAAAS se destaca a nivel nacional por recibir el reconocimiento por parte del Ministerio de Salud y Protección Social el año anterior, por ser la mejor empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios a nivel departamental y una de las mejores a nivel nacional teniendo en cuenta el puntaje del Índice de Riesgo de Calidad de Agua para el consumo humano.

Esta empresa cuenta con una infraestructura moderna, adecuada y recientemente ampliada para albergar las dependencias de recepción, PQR, talento humano, archivo, contabilidad, gerencia, tesorería, control interno, técnico operativo, comercial, almacén y auditorio, con el fin de ofrecer comodidad a sus 156 empleados para que puedan desempeñar sus labores de manera adecuada.



Figura 2: Planta administrativa de la ECAAAS-ESP. (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta la ampliación de las instalaciones físicas, la adquisición de predios urbanos para ejercer labores de recolección de residuos aprovechables, predios rurales para preservar ecosistemas vulnerables que brindan servicios estratégicos primordiales para el abastecimiento de agua, la inversión en vehículos, maquinaria y herramienta, su asociación con diferentes entidades

u organismos para mejorar el tratamiento de agua residual y ampliar las redes de acueducto y alcantarillado, podemos afirmar que es una empresa económicamente estable y su administración ha realizado un trabajo exitoso, por consiguiente se da la viabilidad para ejecutar el proyecto de reforestación como plan de compensación a la concesión de agua, respaldándose de un certificado de disponibilidad presupuestal de doscientos trece millones de pesos.

Para los asuntos ambientales, se cuenta con una ingeniera ambiental de tiempo completo, encargada de realizar el monitoreo de:

- Sistema de tratamiento de agua residual: afluente, efluente y cuerpo de agua receptor.
- Celda transitoria: celda, acuíferos y fuentes hídricas cercanas.
- Bocatoma, planta de tratamiento de agua potable y redes de distribución.

Se tienen vigentes los permisos de:

- Permiso del Plan de Manejo Ambiental del STAR.
- Permiso del Plan de Manejo Ambiental de la celda transitoria.
- Permiso del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Permiso al Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.
- Permiso de poda de árboles.
- Permiso del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del STAR.
- Concesión de agua superficial.
- Ocupación de cauce.
- Permiso de vertimiento de agua residual.

## **Capítulo 3**

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Coordinar reforestación en predios de importancia ecológica en la zona de captación del acueducto de Saravena – Arauca ubicado en la microcuenca del río Satocá.

#### **Objetivos específicos**

- Dirigir aislamiento de cinco predios que han sido designados para la reforestación.
- Formular la metodología de plantación a implementar.
- Liderar la actividad de siembra de cincuenta mil plántulas de catorce especies diferentes.
- Elaborar informes de intervectoría a la corporación autónoma regional competente.

## **Capítulo 4**

### **Metodología**

#### **4.1 Conocimiento del proyecto**

- Revisar el convenio realizado entre la corporación autónoma regional CORPORINOQUIA y la empresa ECAAAS para la reforestación.
- Identificar los predios a intervenir.
- Levantamiento topográfico de predios.

#### **4.2 Revisión de predios**

- Inspeccionar los predios, arborización actual, estado de pastos, presencia de tendido eléctrico.
- Revisar el estado de cercas, ausencia, presencia, reemplazar, buen o mal estado.
- Verificar inventario de materiales (horcones, plantas, alambre de cerca, grapas...).
- Realizar pedido de la herramienta a utilizar (barras, palas, alicates...).
- Definir el tipo de trazado para la siembra.
- Socialización de la obra a la comunidad.

#### **4.3 Aislamiento**

- Capacitar los empleados contratados, algunos de ellos serán indígenas.
- Liderar aislamiento las propiedades donde se llevará a cabo la siembra.
- Supervisar la actividad de aislamiento.

- Presentar informe de seguimiento del convenio.

#### **4.4 Preparación del terreno**

- Dirigir la actividad de corte de plantas arvenses, con el fin de limpiar el terreno.
- Muestreo de suelo para análisis fisicoquímicos.
- Realizar trazado del terreno según técnica tresbolillo.

#### **4.5 Siembra**

- Liderar ahoyado según el trazado realizado, teniendo en cuenta una distancia de tres metros.
- Capacitar a los trabajadores sobre siembra correcta de plántulas.
- Supervisar la siembra y plateo de las cincuenta mil plántulas.
- Dirigir la actividad de aplicación de fertilizantes.

#### **4.6 Inspección**

- Auditar el progreso del proyecto.
- Presentación de informe final de interventoría del convenio a Corporinoquia.



Presentar informe de seguimiento a la CAR.										X	X								
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>																			
Dirigir la actividad de corte de plantas arvenses.											X	X							
Realizar trazado del terreno según técnica tresbolillo.												X	X						
<b>SIEMBRA</b>																			
Liderar ahoyado según el trazado realizado.													X	X	X	X			
Capacitar a los trabajadores sobre siembra correcta de plántulas.													X						
Supervisar la siembra y plateo de las cincuenta mil plántulas.													X	X	X	X			
Dirigir la actividad de aplicación de fertilizantes.																	X	X	
<b>INSPECCIÓN</b>																			
Auditar el progreso del proyecto.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Presentar informe final a Corporinoquia.																	X	X	
Presentación informe final.																			X

Cronograma de actividades al transcurso del proyecto

## Capítulo 5

### Resultados y Discusión

#### 5.1 Localización

El municipio de Saravena se halla localizado en la Orinoquia colombiana, noroccidente del departamento de Arauca. Sus coordenadas geográficas son: Latitud norte entre 6 grados 46' y 7 grados 00' y en la Longitud este entre 71 grados 41' y 72 grados 06'.

Norte: Con la República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras.

Sur: Municipio de Fortul.

Oeste: Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

Este: Municipio de Arauquita y Fortul (Gobernación de Arauca, 2016).



Fuente: <http://www.arauca.gov.co>: Mapa del Departamento de Arauca, Colombia

Figura 3: Departamento de Arauca.

#### 5.2 Reseña histórica

El municipio de Saravena fue fundado el 03 de febrero de 1976, como consecuencia del proceso de colonización, el municipio fue poblado por gente de todos los rincones del país, esto ha hecho de Saravena una ciudad cosmopolita.

Saravena hace parte, dentro de la Orinoquia araucana, del paisaje andino orinocense el cual se divide de la siguiente manera: Piedemonte andino: Está localizado en la sección baja de la cordillera y conformado por un complejo relieve de materiales acumulados y estribaciones andinas donde sobresalen bajos, cunas, terrazas, mesetas, mesas, colinas, lomas y serranías. Esta zona estuvo cubierta de selva y está comprendida entre los 200 y 1000 msnm. Vertiente cordillerana: Conformada por relieves escalonados descendientes hasta alcanzar los 1.000 metros sobre el nivel del mar (Gobernación de Arauca, 2016). La zona cordillerana está cubierta de selva de gran biodiversidad y riqueza hídrica. En esta zona está el Parque Nacional Natural Cocuy y la reserva indígena U'WA.

Hasta los años 70 el municipio poseía diferentes variedades de árboles y plantas, pero a causa del proceso colonizador esta riqueza se vio menguada, aumentó considerablemente la tala indiscriminada y la explotación desmedida por parte de ambiciosos madereros. Sin embargo, todavía se pueden considerar en el inventario forestal árboles como: Flor amarillo, Oloroso, pardillo, Ceiba, Tolúa, Comino, Balso y otras plantas no maderables como la Guadua, Cañabrava, Palma Real, Yarumo, Palma Sarare y Guamo (Gobernación de Arauca, 2016). En la figura 4 se ilustra la ubicación (círculo rojo) de la reforestación en el municipio de Saravena.

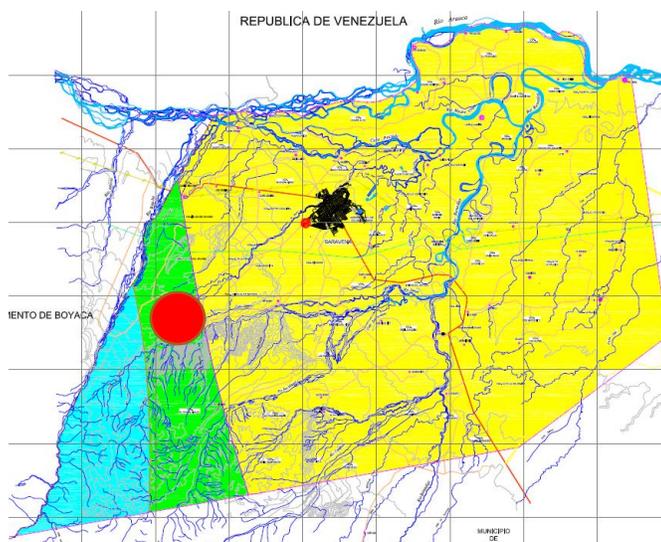


Figura 4: Mapa hidrológico del municipio de Saravena. (Fuente: PBOT Saravena, 2010)

### 5.3 Vías de Comunicación

**Aéreas:** La empresa aérea Satena mantienen un tráfico semanal con breves fallos que nos mantiene comunicados con el interior del país.

**Terrestres:** El municipio tiene acceso al departamento de Norte de Santander por la vía de la Soberanía, es la principal arteria de intercambio comercial entre Arauca y los Santanderes. Desde la capital del país se puede acceder por la vía Villavicencio – Yopal – Tame – Saravena, esta vía fue utilizada para transportar las plántulas hasta el municipio, en un recorrido de cinco horas. También está conectada con la capital del departamento.

**Fluviales:** se produce en término medio, en los ríos Arauca y Banadía con presencia de embarcaciones relativamente pequeñas (Gobernación de Arauca, 2016).

#### 5.4 Socialización aspectos generales del convenio

La empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Saravena ECAAAS E.S.P, mediante su representante legal, y el jefe técnico operativo, se reunieron conjuntamente el día 11 de Abril del 2018 con la comunidad U'wa y la población residente de las veredas cerca al área de influencia de la micro cuenca Satocá, donde se realizó la socialización del convenio, se explicó la importancia del mismo y los requerimientos del personal a laborar, así mismo se acordó la selección el personal apto para laborar y se acordó que en total, tanto la comunidad U'wa como los habitantes de la región, aportarían 10 trabajadores, es decir entre ambas partes un total de 20 trabajadores (ver anexo 1).



Figura 5: Socialización del convenio. (Elaboración propia)

#### 5.5 Contratación y afiliación del personal.

La totalidad de las vacantes que hacen parte del personal no calificado, fueron otorgadas a miembros pertenecientes a la comunidad de la vereda Satocá, en virtud de beneficiar a la población y teniendo en cuenta que en su mayoría son campesinos que conocen a la perfección el tipo de

labor a desempeñar. Dos profesionales del municipio de Saravena fueron contratados para la ejecución del proyecto (ver anexo 2).

Con el fin de proteger la salud de los trabajadores y atender las contingencias que se podrían derivar de las condiciones propias del trabajo, todos los trabajadores fueron afiliados al Sistema General de Riesgos Profesionales en una administradora de riesgos laborales.

### **5.6 Inducción y entrega de dotación**

En cumplimiento con el plan operativo y cronograma de actividades estipuladas, el lunes veintitrés de abril del 2018, se dio inicio a las labores generales con el personal seleccionado y las afiliaciones correspondientes a seguridad social estipuladas en la ley.

En colaboración de la auxiliar de salud, seguridad, medio ambiente y calidad en el trabajo, designada por la empresa, se efectuó la primera capacitación relacionada con la prevención de accidentes, impartiendo indicaciones sobre la necesidad de realizar las actividades de calistenia antes de iniciar labores cada día y al finalizar la jornada laboral. y sobre la importancia de la utilización de los EPP. También se les informó sobre la responsabilidad en la ejecución del convenio y se les recordó que la empresa tendrá tolerancia cero con el consumo de alcohol antes de iniciar labores, y tendrán amonestaciones al encontrarse positivo según el reglamento interno de trabajo de la empresa. Finalmente, ese mismo día se realizó la entrega de los elementos de protección personal y las herramientas necesarias para la realización de las labores, relacionadas a continuación:

Tabla 2:  
*Herramientas de trabajo para el convenio.*

Herramientas	Total	Medida
Palín	8	Unidad
Barra de acero	12	Unidad
Alicate diablo	5	Unidad
Alicate	2	Unidad
Martillo	8	Unidad
Machete	8	Unidad
Barra pata de cabra	4	Unidad
Motosierra	1	Unidad
Lima cola de ratón	2	Unidad
Aceite 2T	7	Litro
Aceite lubricante	1	Galón
Gasolina	20	Galón
Grapas	135	Kilogramo
Grasa guadaña	500	Gramo
Cuchillas	15	Unidad
Polisombra royo	500	Metro
Cabuya	1000	Metro
Tractor	1	Unidad
ACPM	15	Galón

Elementos de trabajo. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.  
*Elementos de protección personal entregados.*

Epp	Total	Medida
Guantes vaqueta	94	Unidad
Guantes de carnaza	20	Unidad
Casco	22	Unidad
Impermeable	23	Unidad

Elementos de protección personal. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 6: Entrega de herramientas y EPP. (Elaboración propia)

El conjunto de elementos de protección personal entregados consta de un casco de seguridad, guantes de carnaza principalmente para realizar el tendido del alambre de púas, guantes de vaqueta para utilizarlos en el ahoyado, traslado de plantas y siembra de las mismas, y por último un impermeable para evitar enfermedades respiratorias debido a las constantes lluvias en esta época de inicio del invierno.

### **5.7 Identificación y reconocimiento del terreno**

Revisando el convenio del proyecto, se identificaron cinco predios destinados para la realización de la reforestación, los terrenos seleccionados debían ser adyacentes a la bocatoma y pertenecer a la empresa o haber sido adjudicados y/o destinados para actividades de conservación ambiental, en los que se destacan 4 predios de la ECAAAS y uno de la gobernación (ver tabla 4). Posteriormente se procedió a realizar el levantamiento topográfico (ver anexo 3), donde se establecieron 49,8 hectáreas disponibles para siembra.

Tabla 4  
Predios a reforestar.

Predio	Propietario	Vereda	Área total	Área disponible
Valparaíso 2	ECAAAS	Playas del Satocá	29,7703 ha	9,0500 ha
La Pradera	Gobernación de Arauca	Satocá	47,0070 ha	20,5070 ha
El Paraíso	ECAAAS	Playas del Satocá	20 ha	7,1500 ha
La Fortuna	ECAAAS	Alto Satocá	16,0975 ha	10,0475 ha
La Rinconada	ECAAAS	Alto Satocá	38,2000 ha	3,1000 ha

Identificación de los predios nombrados en el convenio. (Fuente: Elaboración propia)

- Predio La Rinconada
- Predio La Fortuna
- Predio Valparaíso 2
- Predio La Pradera
- Predio El Paraíso

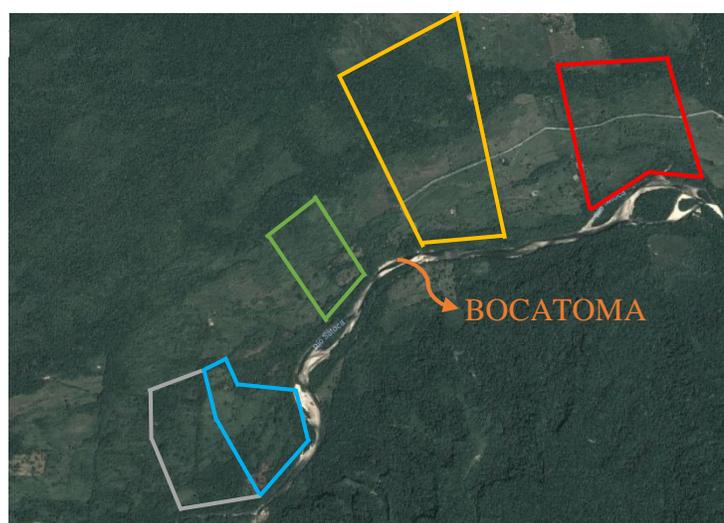


Figura 7: Predios a intervenir aledaños al río Satocá. (Fuente: Google maps)

### 5.8 Toma de muestras para análisis de suelo de los predios a reforestar.

La plantación debe corresponder con una época de lluvia lo suficientemente prolongada como para asegurar que los árboles sobrepasen el “choque” del trasplante y se desarrollen en las mejores condiciones. La sequía después de la plantación es una de las mayores causas de mortandad de los

plantones (Geilfus , 1994). La planta debe adaptarse a las condiciones climáticas, siendo primordial una adecuada humedad para prevenir que las plántulas se deshidraten. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2018) en abril inicia la temporada lluviosa en toda la región, las precipitaciones aumentan notoriamente con respecto a las registradas en marzo. Las mayores cantidades se registran en el sur del piedemonte llanero, precisamente donde se llevará a cabo la reforestación.

Para mejorar las actividades silviculturales y garantizar el buen desarrollo de las plántulas, se decidió realizar un análisis fisicoquímico de suelo en tres puntos de influencia, con el fin de obtener una base para realizar las enmiendas edáficas antes del establecimiento. El muestreo se realizó teniendo en cuenta los lineamientos de la guía de muestreo de suelos del IGAC. Se eligió el tipo de muestreo más adecuado para su aplicación que es el zig – zag (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), en este método se tomaron siete submuestras a lo largo del terreno, luego fueron mezcladas en una lona hasta obtener una muestra compuesta homogénea de aproximadamente 1 kg de suelo.

A continuación, se presenta la ubicación exacta de las submuestras tomadas en cada predio. Estos datos fueron recolectados mediante la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global de la marca Garmin, referencia GPSMAP 64s, que cuenta con una exactitud de más o menos tres metros de radio.

Tabla 5  
*Muestreo en predio El Paraíso.*

Puntos muestreo	Coordenadas	
	Norte	Oeste
1	6°53'33.0"	71°56'27.8"
2	6°53'34.2"	71°56'17.0"
3	6°53'30.3"	71°56'25.4"
4	6°53'30.2"	71°56'20.8"
5	6°53'24.5"	71°56'25.7"
6	6°53'24.1"	71°56'19.4"
7	6°53'21.0"	71°56'22.9"

Primer punto de muestreo, El Paraíso. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 6  
*Muestreo en predio La Pradera.*

Puntos muestreo	Coordenadas	
	Norte	Oeste
1	6°53'22.6"	71°56'56.8"
2	6°53'25.8"	71°56'45.3"
3	6°53'21.1"	71°56'52.1"
4	6°53'21.1"	71°56'43.8"
5	6°53'16.4"	71°56'52.2"
6	6°53'17.5"	71°56'47.0"
7	6°53'14.7"	71°56'44.2"

Segundo punto de muestreo, La Pradera. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 7  
*Muestreo en predio Valparaíso 2.*

Puntos muestreo	Coordenadas	
	Norte	Oeste
1	6°53'04.3"	71°57'20.1"
2	6°53'08.5"	71°57'14.5"
3	6°53'04.9"	71°57'16.3"
4	6°53'06.5"	71°57'11.5"
5	6°53'02.7"	71°57'13.4"
6	6°53'04.7"	71°57'08.5"
7	6°52'59.9"	71°57'11.2"

Tercer punto de muestreo, Valparaíso 2. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 8: Recolección de muestras de suelo. (Elaboración propia)



Figura 9: Muestras listas para enviar al laboratorio. (Elaboración propia)

Las muestras de suelo fueron empacadas en bolsas herméticas limpias, asegurando así que no hubiese contacto con agentes externos que pudieran alterar las condiciones de esta, posteriormente se enviaron al laboratorio el mismo día para el respectivo análisis.

El análisis fisicoquímico de las muestras de suelo se les efectuó en el laboratorio SIAMA Ltda, este es un laboratorio de ensayos analíticos que realiza pruebas certificadas y acreditadas bajo normas internacionales de calidad, ubicados en la ciudad de Bucaramanga.

Quince días después de haber enviado las muestras al laboratorio, enviaron los resultados de las propiedades fisicoquímicas con las que cuenta el suelo en cuestión (ver anexo 4).

Un aspecto muy importante del pH en el crecimiento de las plantas es el efecto del pH del suelo en la asimilabilidad de los nutrientes (Villarreal, 1988).

Tabla 8:  
*Escala de clasificación del pH.*

Clasificación	pH
Muy fuertemente ácido	Menor de 4,5
Fuertemente ácido	4,6 – 5,2
Moderadamente ácido	5,3 – 5,9
Débilmente ácido	6 – 6,5
Neutro	6,6 – 7
Débilmente alcalino	7,1 – 7,5
Moderadamente alcalino	7,6 – 8
Fuertemente alcalino	8,1 – 9
Muy Fuertemente alcalino	Mayor de 9

Clasificación del pH del suelo. fuente: (Villarreal, 1988)

Tabla 9  
*pH de las muestras.*

Predio	pH	Clasificación
Valparaíso 2	4,35	Muy fuertemente ácido
La Pradera	4,29	Muy fuertemente ácido
El Paraíso	4,5	Muy fuertemente ácido

Unidades de pH en cada muestra (Fuente: Elaboración propia)

Efectos del pH sobre la asimilación de los nutrientes del suelo:

Si el suelo es excesivamente ácido entonces en el complejo de cambio del suelo abundan los hidrogeniones y el aluminio, impidiendo que otros elementos necesarios tales como el calcio, magnesio, sodio o potasio permanezcan en él, pasando a la fracción soluble y siendo fácilmente eliminados con el agua de lluvia o de riego, argumenta (Garrido Valero, 1994).

Al disminuir la acidez, disminuye la solubilidad y absorción del Co, Cu, Fe, Ni, Zn y especialmente del Mn.

De acuerdo con Villarroel (1988), bajo condiciones de acidéz aumenta la presencia de Al y Mn, en el proceso de intercambio, paralelo a la del nitrógeno. Lo que produce un aumento de las concentraciones de estos nutrientes en la solución del suelo, provocando muchas veces problemas de toxicidad.

Tabla 10  
*Clasificación de la Materia Orgánica.*

Clasificación	Contenido M.O. (%)
Muy bajo	0 – 1
Bajo	1,1 – 2
Moderado	2,1 – 4
Alto	4,1 – 8
Muy alto	> 8

Clasificación de la M.O. según su contenido en el suelo. fuente: (Villarroel, 1988)

Tabla 11  
*Materia Orgánica de las muestras.*

Predio	M.O. (%)	Clasificación
Valparaíso 2	0,57	Muy bajo
La Pradera	0,19	Muy bajo
El Paraíso	0,26	Muy bajo

Porcentaje de materia orgánica en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

Podemos observar que la materia orgánica tiene un valor muy bajo, esto se debe a los escasos residuos de plantas y animales incorporados al suelo, también se debe a que a las muestras de suelo se les retira la parte superficial que es donde se concentra la mayor parte de la M.O. El contenido

de materia orgánica es un índice que permite estimar en forma aproximada las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes (Kass, 1996). Otra causa sería que la mayor parte del área se encuentra cubierta por potreros, donde el único residuo vegetal (M.O.) es el mismo pasto, dicho residuo provoca poca materia orgánica.

Tabla 12  
*Clasificación del Nitrógeno.*

Clasificación	Niveles de N. total (%)
Muy bajo	< 0,05
Bajo	0,05 – 0,15
Moderado	0,15 – 0,2
Alto	0,2 – 0,3
Muy alto	> 0,3

Clasificación del nitrógeno del suelo. fuente: (Villaruel, 1988)

Tabla 13  
*Nitrógeno de las muestras.*

Predio	Nitrógeno (%)	Clasificación
Valparaíso 2	0,08	Bajo
La Pradera	0,05	Bajo
El Paraíso	0,05	Bajo

Porcentaje de nitrógeno en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

El nitrógeno es el principal macronutriente y sus niveles son directamente proporcional al de la materia orgánica. Al contar con un pH muy ácido, los microorganismos encargados de la fijación del nitrógeno no realizan adecuadamente su trabajo, dejando un suelo con bajos niveles de nitrógeno.

Tabla 14  
*Clasificación del Potasio.*

Clasificación	Niveles de K. (meq/100g)
Muy bajo	< 0,25
Bajo	0,26 – 0,5
Moderado	0,51 – 0,75
Alto	0,76 – 1
Muy alto	> 1

Clasificación del potasio según su nivel en el suelo. fuente: (Villarroel, 1988)

Tabla 15  
*Potasio de las muestras.*

Predio	Potasio (meq/100g)	Clasificación
Valparaíso 2	0,043	Muy bajo
La Pradera	0,04	Muy bajo
El Paraíso	0,03	Muy bajo

Nivel de potasio en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

El potasio juega un papel fundamental en la reducción de la incidencia de enfermedades, fortaleciendo los mecanismos naturales de resistencia de la planta. La cantidad de este macronutriente en el suelo es mínimo y preocupante para garantizar un crecimiento prospero de las plántulas.

Tabla 16  
*Clasificación del Calcio.*

Clasificación	Niveles de Ca. (meq/100g)
Muy bajo	< 2
Bajo	2 – 5
Moderado	5,1 – 10
Alto	10,1 – 20
Muy alto	> 20

Clasificación del calcio según su nivel en el suelo. fuente: (Villarroel, 1988)

Tabla 17  
*Calcio en las muestras.*

Predio	Calcio (meq/100g)	Clasificación
Valparaíso 2	0,79	Muy bajo
La Pradera	0,14	Muy bajo
El Paraíso	0,87	Muy bajo

Concentración de calcio en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

Si hay falta de calcio en el suelo al momento de plantar, va a determinar la capacidad que tendrá la planta de absorber el nitrógeno en toda su vida. Cuando hay muy poco Ca no hay un funcionamiento correcto de todos los nutrientes (Sinclair, 2015). La baja concentración de calcio es también una causa del nivel de pH.

Tabla 18  
*Clasificación del Magnesio.*

Clasificación	Niveles de Mg. (meq/100g)
Muy bajo	< 0,5
Bajo	0,51 – 1,5
Moderado	1,6 – 4
Alto	4,1 – 8
Muy alto	> 8

Clasificación del magnesio según su nivel en el suelo. fuente: (Villaruel, 1988)

Tabla 19  
*Magnesio en las muestras.*

Predio	Magnesio (meq/100g)	Clasificación
Valparaíso 2	0,115	Muy bajo
La Pradera	0,08	Muy bajo
El Paraíso	0,08	Muy bajo

Concentración de magnesio en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

La importancia de este nutriente secundario radica en que es el mineral que ocupa el centro de la clorofila. Con una buena cantidad de Mg, habrá un gran aprovechamiento en la producción de carbohidratos de los elementos que vienen de la atmosfera (Sinclair, 2015).

Tabla 20  
*Clasificación de la Capacidad de intercambio catiónico.*

Clasificación	Niveles de C.I.C. (meq/100g)
Muy bajo	< 5
Bajo	6 – 12
Moderado	13 – 25
Alto	26 – 40
Muy alto	> 40

Clasificación del C.I.C. según su nivel en el suelo. fuente: (Villaruel, 1988)

Tabla 21  
*Capacidad de intercambio catiónico en las muestras.*

Predio	C.I.C. (meq/100g)	Clasificación
Valparaíso 2	1,593	Muy bajo
La Pradera	0,99	Muy bajo
El Paraíso	1,6	Muy bajo

Nivel de capacidad de intercambio catiónico en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

Las arcillas y la materia orgánica del suelo tienen la propiedad de comportarse como iones de carga negativa (aniones), de forma que son capaces de retener o adsorber cationes, por lo tanto, beneficia el intercambio catiónico. En este caso este parámetro es desfavorable para la reforestación dado que la materia orgánica es muy baja y la textura del suelo es poco arcillosa, en cuanto mayor sea el intercambio catiónico mayor será la fertilidad natural del suelo. Esta capacidad del suelo es lo que le permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas.

Tabla 22  
*Clasificación del Sodio.*

Clasificación	Niveles de Na. (meq/100g)
Muy bajo	< 0,1
Bajo	0,1 – 0,3
Moderado	0,31 – 0,7
Alto	0,71 – 2
Muy alto	> 2

Clasificación del sodio según su nivel en el suelo. fuente: (Villarroel, 1988)

Tabla 23  
*Sodio en las muestras.*

Predio	Sodio (meq/100g)	Clasificación
Valparaíso 2	0,157	Bajo
La Pradera	0,12	Bajo
El Paraíso	0,09	Muy bajo

Concentración de sodio en cada muestra (Fuente: Elaboración propia).

Se pudo observar que estos suelos tienen baja capacidad de retención de agua, por lo que son fácilmente inundables en temporada de invierno. En regiones húmedas el sodio es lavado fácilmente, debido a la débil atracción de este metal con los sitios de intercambio catiónico (Villarroel, 1988).

Teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos y estudiando cada uno de sus parámetros, se determinó que es necesario realizar una corrección de pH (ver numeral 5.14) y fertilizar el suelo con algún tipo de enmienda (ver numeral 5.16). Se evaluó las condiciones del terreno, notando que en su mayoría son suelos planos y con pocas pendientes, existen varios afloramientos de agua, dos caños y el río Satocá que pasa por la parte sur de los predios. Como consecuencia, son terrenos rocosos. Realizando un recorrido por los linderos se observó que en su

mayoría las cercas se encuentran en mal estado debido a que son predios que se dejaron sin actividad para dar espacio a la resiliencia natural, los linderos del sur colindan con el río, por ello no existe cerca, igualmente al norte por la vasta vegetación. Pocos kilómetros al occidente de estos predios queda el resguardo indígena Valle del Sol, algunas de estas familias U'wa se han asentado hacia el oriente sobre los predios en cuestión. Existen cinco casas de indígenas en estas propiedades, por tanto, se acordó su instancia allí con el compromiso de no afectar el desarrollo del proyecto, en dos predios se alojaba ganado bovino por lo que fue necesario trasladar estos animales a otros lugares para evitar que intervinieran con las actividades.

### 5.9 Labores de aislamiento

La actividad de encerramiento se realizó con el propósito de brindar garantía al momento de realizar el establecimiento de las plántulas y su posterior mantenimiento, se restringirá el acceso tanto de animales como de personas a los predios, para evitar pérdidas por ramoneo o aplastamiento. Es indispensable implementar el sistema de cercado para proteger las plantas de las áreas reforestadas. (Yanchatipán De la Cruz, 2012).



Figura 10: Actividades de encerramiento. (Elaboración propia)

Se inició labores revisando el cercado de cada uno de los predios, verificando la necesidad de reemplazar los postes, el alambrado, y realizando el retiro de la vegetación arvense, seguidamente

se destinó un personal para trasladar y distribuir de los horcones a lo largo de los linderos con la ayuda de un tractor con remolque. El personal sobrante se encargó de realizar el ahoyado cada 2 metros y posteriormente la instalación de los horcones.



Figura 11: Instalación del alambrado. (Elaboración propia)

### 5.10 Control de alcoholemia

Dentro de sus políticas institucionales la empresa ECAAAS – ESP, implementó en su gestión la realización de la prueba de alcoholimetría, con el fin de preservar la integridad del personal en la ejecución de las labores de riesgo y coordinación.



Figura 12: Prueba de alcoholimetría. (Elaboración propia)

Durante el desarrollo de las actividades programadas para el cumplimiento del convenio se estipuló realizar en días aleatorios estos controles, y aquellas personas que se encuentren en estado positivo de alcoholemia, serán sancionados según dispone el reglamento interno de trabajo de la empresa. En el transcurso del proyecto se identificó dos trabajadores que arrojaron positivo en la prueba. Preocupados por los casos positivos en la prueba de alcoholimetría, se procede a capacitar al personal, recibiendo indicaciones de trabajo, los cuidados para tener en cuenta en cada labor, concienciando sobre estos controles que se realizan con el fin de captar su atención sobre el riesgo que se corre al laborar bajo efectos del alcohol, sabiendo que lo más importante es preservar la integridad del personal en la ejecución de las labores de riesgo y coordinación.



Figura 13: Capacitación sobre SGSST. (Elaboración propia)

### 5.11 Entrega de plántulas

Una vez iniciada la ejecución del proyecto, se empieza a estudiar la elección de las especies de plántulas a emplear. Se procede a efectuar una revisión bibliográfica, Pinedo Vargas (2015) afirma que es apropiado reponer con especies arbóreas nativas, que se desarrollen en la zona. Según Acero Duarte (2005) las especies que a continuación se presentan (ver tabla 28) son endémicas y se

encuentran en todo el departamento de Arauca, eso quiere decir que se adaptan fácilmente a las condiciones climatológicas que ofrece esta zona del país, dado que fueron colectadas en jurisdicción de los departamentos de Arauca.

Respaldando la información anterior y como recomendación, CORPORINOQUIA (2000) establece en la resolución 659 del 2000, toda persona natural o jurídica; pública o privada a la que se le imponga como medidas de compensación proyectos de reforestación protectora, por el uso o aprovechamiento de recursos naturales, deberá ajustarse a las normas y criterios técnicos de la presente resolución, allí se nombran veinte especies de las cuales se añadieron ocho a la lista de especies a utilizar.

Tabla 24  
*Especies de plantas endémicas.*

N°	Vernáculo	Especies	Familia
1	Guácimo	Guazuma ulmifolia	Malvaceae
2	Guamo	Inga sp	Fabaceae
3	Algarrobo	Hymenaea courbaril	Fabaceae
4	Hobo	Spondias mombin	Anacardiaceae
5	Flor amarillo	Tababuia chrysanta	Bignoniaceae
6	Caruto	Genipa americana	Rubiaceae
7	Caracaro	Enterolobium cyclocarpum	Fabaceae
8	Yopo	Piptadenia opacifolia	Mimosaceae
9	Nauno	Albizzia guachapele	Fabaceae
10	Samán	Samanea saman	Fabaceae
11	Gualanday	Jacaranda copaia	Bignoniaceae
12	Bucaré	Erythrina fusca	Fabaceae
13	Camoruco	Sterculia apelata	Malvaceae
14	Guaratato	Vitex orinocence	Verbenaceae

Catorce especies de plantas comunes del departamento Arauca. (Fuente: Elaboración propia)

La entrega del material vegetal se realizó en tres días, llegando un camión por día con dieciocho mil plántulas provenientes de un vivero en la ciudad de Yopal, las cuales fueron descargadas en dos predios vinculados para la reforestación. Se adecuó un lugar con el fin de proteger de las condiciones ambientales como exceso de radiación solar y de humedad. Durante el proceso de descargue se pudo observar mortalidad de algunas plántulas, ocasionadas por posible maltrato durante la manipulación, el transporte, la falta de aire, aplastamiento y estrés.



Figura 14: Descargue de plantas. (Elaboración propia)

## 5.12 Actividades de limpia del terreno

Para la realización de esta actividad se dispuso de cinco personas capacitadas y con experiencia para realizar las actividades de corte de material arvense con máquina de guadañar. El propósito de esta actividad fue disminuir un poco el porte de altura de las especies, facilitando las actividades de trazado, ahoyado, fertilización y siembra.



Figura 15: Guadañado de predios. (Elaboración propia)

### 5.13 Actividades de trazado y ahoyado

Una plantación forestal es un conjunto de árboles que conforman una masa boscosa, cuyo diseño, tamaño y especies están definidas para cumplir objetivos específicos ambientales o comerciales (El Semillero, 2014), en este caso se refiere a un objetivo ambiental. Una de las características a tener en cuenta es la repartición de las plántulas en el terreno a sembrar, según Arias Rodríguez (2007) “La distribución en el terreno es de suma importancia a la hora de realizar una plantación por varias razones que pueden alterar la inversión proyectada y luego la estabilidad de la plantación y la producción.” (p.375). Gómez (1978) nombra una nueva definición que es el trazado, y afirman que:

El marqueo o trazado de plantaciones podemos definirlo como el arte de organizar el establecimiento de una nueva plantación para que, independientemente del marco que se elija, conseguir que las líneas formadas por las nuevas plantas en el terreno estén todas a la misma distancia y para que desde cualquier punto que se mire formen líneas rectas, facilitando así el

aprovechamiento del terreno y las labores posteriores que es preciso realizar en las plantaciones, además de obtener un conjunto estético agradable.

Los trazados más usados son los siguientes:

- En cuadro: Recomendable únicamente para terrenos planos o de muy poca pendiente, consiste en formar cuadrados.
- En cinco deoros: Consiste en hacer un trazado en cuadros sembrando una planta en el centro o donde se cortan las diagonales del cuadro o rectángulo.
- En triángulo o tresbolillo: Consiste en sembrar las plantas de manera que ocupen las esquinas de un triángulo de lados iguales.
- En curvas a nivel: Indicado para todo tipo de reforestación localizada en terrenos con pendientes pronunciadas, Consiste en colocar las plantas en hileras y a través de la pendiente. Así las plantas forman barreras impidiendo que el agua lluvia corra libremente sobre el terreno, disminuyendo su velocidad y capacidad de arrastre.
- Al azar: Se utiliza en terrenos con pendientes pronunciadas y afloramientos rocosos. Consiste en trazar Una línea guía a través de la pendiente y sobre ésta se mide la distancia de siembra generalmente en pasos.
- Lineal: Consiste en trazar una línea guía delimitando el área viva y sobre la línea se marcan las distancias de siembra. (Gonzalez & Caro, 1991, p.11).

Para las actividades de trazado y ahoyado, hay que tener en cuenta los sistemas de plantación existen que se acomoden a las necesidades, según Arias Rodríguez (2007), el sistema tresbolillo es el más recomendado por la uniformidad en la distribución del terreno quedando todas las plantas

equidistantes, y por lo que cabe un 15% más que en los demás sistemas. Según el levantamiento topográfico se contaba con 49 hectáreas libres para la siembra, pero al realizar el reconocimiento del terreno se observó afloramientos de agua, caños, áreas rocosas, vegetación boscosa, la suma de estas zonas le resta un espacio importante al área de siembra, es por ello que se escogió la técnica de plantación tresbolillo, dado que se llevará a cabo una siembra intensiva y no se contaba con mucho espacio para sembrar, además una vez realizada la plantación ésta queda con gran vistosidad. El trazado se hizo mediante una línea que transecta el predio siguiendo la orientación del sol (Este a Oeste) logrando así una ubicación más densa y distribución equitativa de los rayos solares para todas las plántulas, se soldaron dos escuadras de acero en forma de triángulo equilátero con tres metros de lado, para identificar la ubicación exacta del ahoyado.



Figura 16: Trazado y ahoyado. (Elaboración propia)

#### 5.14 Aplicación de Enmiendas al Suelo

Una vez realizado la interpretación de los análisis de suelo, se detectó un suelo fuertemente ácido, por esto se decidió aplicar cal dolomítica, en proporción de doscientos gramos por plántula con el fin de corregir el pH, y se estipuló realizarlo en un plazo de veinte días antes de realizada la

siembra para darle tiempo al suelo de absorber la sustancia y evitar que la concentración de cal dañara las plantas, favoreciendo su acción.

La acidez del suelo afecta de diversas maneras el crecimiento de la planta, cuando el pH es bajo (la acidez es alta), uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo. De acuerdo con (INPOFOS, 1997) cuando se aplica cal para lograr un pH óptimo, la cal hace mucho más que solamente elevar el pH del suelo:

- Reduce la toxicidad de aluminio y otros metales.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Estimula la actividad microbiana en el suelo.
- Incrementa la CIC en suelos de carga variable.
- Incrementa la disponibilidad de varios nutrientes.
- Proporciona calcio y magnesio para las plantas.



Figura 17: Aplicación de enmiendas. (Elaboración propia)

### 5.15 Siembra de plántulas

Una vez realizadas cada una de las actividades anteriores y pasados veinte días respectivos a la aplicación de la enmienda, se realizó una capacitación antes de proceder con la siembra.



Figura 18: Capacitación sobre siembra. (Elaboración propia)

En esta capacitación se expuso sobre el manejo adecuado de las plántulas y procedimiento de siembra, tener en cuenta el buen tratamiento al momento de romper las bolsas para no dañar el cepellón donde vienen las plantas, la nivelación de las plántulas en el hoyo con la superficie, y finalmente el llenado correcto, con un ajuste del suelo removido para garantizar que no se presenten arrastre de tierra con la lluvia.



Figura 19: Siembra de plántulas. (Elaboración propia)

Cincuenta mil setecientos treinta y cuatro (50.734) plántulas de diversas especies fueron sembradas, y se calculó un estimado de mortalidad de dos mil doce (2.012) plántulas por distintos motivos, incluidos el transporte, manipulación, enfermedad y exceso de lluvias en los periodos desarrollados durante el proceso y mil doscientas cincuenta y cuatro (1.254) plantas sobraron para realizar la resiembra en los próximos meses.

La distribución de las plántulas en los predios quedó de la siguiente manera:

Tabla 25

*Total de plántulas en cada predio.*

	Valparaíso II	La pradera	El Paraíso	La Fortuna	La Rinconada	Total
Plantas	18641	14981	3680	10120	3312	50734

Conglomerado total de las plantas sembradas. (Fuente: elaboración propia)

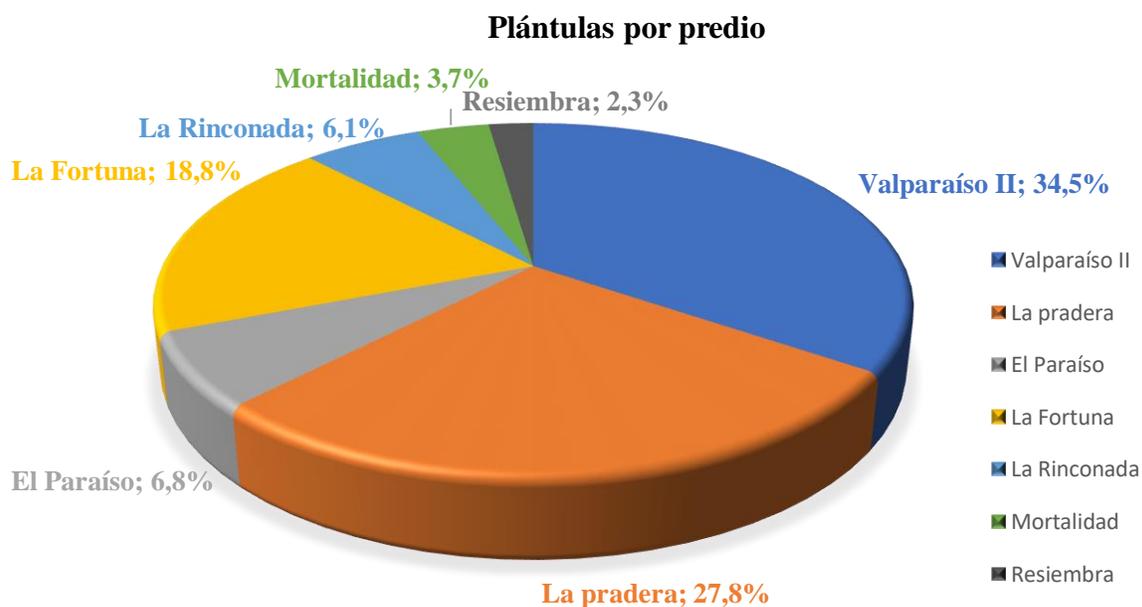


Figura 20: Total de plantas por predio. (Elaboración propia)

### 5.16 Aplicación de Fertilizante foliar

Los beneficios que una adecuada fertilización genera son muchos al agregar nutrientes, debido a que estimula el desarrollo de las raíces, permite a la planta una mayor ocupación del suelo, aprovechando en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles, así se logrará una mayor supervivencia, un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, lo cual disminuye o elimina la competencia (Pozo Cueva, 2010).

De acuerdo con los resultados del análisis fisicoquímico del suelo, se estipuló un plan de fertilización foliar con un compuesto llamado FOSS 61 (12-61-0), su preparación se obtuvo mezclando 1,5 kg de fertilizante en un recipiente de 200 litros por hectárea, es decir una dosificación de 7,5 g/l. El compuesto tiene una combinación de Nitrógeno y Fósforo que permite un mejor desarrollo de la planta. Su alto contenido de Fósforo promueve el desarrollo de raíces mejorando la absorción de los nutrientes, asegura un buen desarrollo en los estados primarios del cultivo. Se efectuó la aplicación desde el momento del establecimiento hasta un periodo de fijación y adaptación de las plantas. El fósforo es un macro-elemento esencial para el crecimiento de las plantas, participa en la fotosíntesis y la transferencia de energía (SMART Fertilizer Management).



Figura 21: Aplicación de fertilizante. (Elaboración propia)

### 5.17 Auditoría de Corporinoquia

En el transcurso del proyecto, se presentan tres informes de interventoría ante la autoridad ambiental, donde se presentan los avances en la ejecución del convenio. Una vez culminada la siembra, se realiza una auditoría por parte de un profesional ambiental de la corporación, el cual supervisa el cumplimiento de la labor de reforestación, el auditor manifiesta que la ejecución es correcta, pero se debe corregir la postura de algunas plantas dado que algunas presentan doblamiento.

Con el fin de corregir esto, se dispuso de una cuadrilla para que a las plántulas que presentaran esta malformación añadirles tutores para que mantuvieran una posición correcta y garantizar así su formación natural adecuada, para asegurarse que el crecimiento de estas sea vertical.



Figura 22: Auditoría de la corporación. (Elaboración propia)

### 5.18 Disposición de Residuos Sólidos Generados

Una vez realizada exitosamente las anteriores labores propuestas en el plan de trabajo del convenio, se procedió a corroborar la plantación, y finalmente realizar la recolección de los

residuos sólidos generados, desechando adecuadamente mediante un proceso de separación. Reciclando los recipientes usados y aptos para su reutilización, las bolsas de las plántulas y los demás desechos inservibles o contaminados fueron transportados en el carro recolector para finalmente ser dispuesto en el relleno sanitario regional. Cumpliendo cabalmente con las recomendaciones de preservación del medio ambiente.



Figura 23: Recolección y disposición de residuos sólidos. (Elaboración propia)

### 5.19 Liquidación del convenio de Reforestación

Después de finalizadas las actividades anteriormente mencionadas y en cumplimiento de cada uno de los objetivos del presente convenio estipulado, como es la reforestación de 50 mil plántulas en la microcuenca del río Satocá. La empresa ECAAAS E.S.P, dio como terminado cada una de las actividades, razón por la cual fueron liquidados los servicios del personal de ejecución del convenio.



Figura 24: Liquidación del personal. (Elaboración propia)

## Capítulo 6

### Conclusiones

La ejecución del convenio culminó de manera exitosa, esto se debió a la planificación con antelación, al haber elaborado un plan de trabajo. Existieron actividades de vital importancia para el cumplimiento del proyecto, entre ellas se destaca: creación de un cronograma de actividades, amplia indagación bibliográfica de conocimientos teóricos, realización del análisis de suelo y las capacitaciones de las técnicas de siembra.

Las plantas son especies sumamente frágiles, aún más cuando se encuentran en los primeros meses de vida. Se deben tomar todas las precauciones posibles para protegerlas, como: realizar el respectivo aislamiento para impedir que los animales como el ganado pisoteen y arranquen las plantas para su alimentación, o que personas ajenas las aplasten afectando así el crecimiento, y brindar un vivero adaptado para su estadía mientras son sembradas, el trato hacia las plantas deber ser con mucha precaución para prevenir estrés. Aun así, en este caso hubo un 3,7% de mortalidad de plantas, por factores como el transporte de las plántulas que duró aproximadamente cinco horas hasta el lugar de la reforestación.

En el transcurso del proyecto, se presentaron tres informes de interventoría ante la autoridad ambiental, donde se exponen los avances en la ejecución del convenio. Esta interventoría se elabora como un requisito de la corporación para llevar un seguimiento y evidenciar el cumplimiento de las especificaciones planteadas.

El terreno de la reforestación se encuentra en el área rural del municipio, a trece kilómetros de Saravena, se encuentra cerca al parque nacional natural el Cocuy, cerca de un resguardo indígena y ha sido poco intervenido, pero esto no implica que el suelo sea altamente fértil y que sus propiedades sean favorables para una reforestación, con el análisis de suelo se evidenció la enorme falta de nutrientes para la vegetación, gracias a esto se pudo proceder a fertilizar para favorecer el desarrollo de las plantas.

Elegir la técnica del tresbolillo para la siembra fue un gran acierto, esto nos aseguró una distancia equidistante entre plantas, brindando un paisaje más atractivo y pudiendo albergar por hectárea hasta ciento setenta y dos plántulas más que otras técnicas.

## **Capítulo 7**

### **Recomendaciones**

Se recomienda indagar acerca de estudios sobre especies endémicas de la zona donde se realice una plantación, en caso de no haber antecedentes, elaborar un catastro de árboles para identificar las especies más abundantes del área en estudio, con el fin de utilizar las especies de la región, dado que estas serán de mejor adaptación.

La fecha más adecuada para realizar una reforestación es en época de lluvia, porque las plantas necesitan una constante hidratación en su establecimiento, si la siembra se realiza en invierno, se estaría ahorrando la actividad de riego, dicha actividad en un proyecto tan grande sería tediosa.

Efectuar un análisis fisicoquímico al terreno a reforestar, para identificar las propiedades nutricionales con las que se cuenta y las deficiencias de este, con esto se puede garantizar un mejor crecimiento y establecimiento de las plantas.

## Lista de Referencias

- Acero Duarte, L. E. (2005). *Plantas útiles de la cuenca del orinoco*. Bogotá: Exploration Company.
- Arias Rodríguez, J. M. (2007). *Cultivando la tierra*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia EUNED.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993.
- CORPORINOQUIA. (2000). Resolución 659 del 2000. *Resolución CORPORINOQUIA*.
- Corporinoquia. (2017). Resolución 700 - 41 - 17 - 0189.
- ECAAAS. (2016). *ECAAAS - ESP*. Obtenido de <http://ecaaas.com.co/pagina.php?id=1>
- El Semillero. (2014). *El Semillero ... su aliado comercial*. Obtenido de [http://elsemillero.net/nuevo/semillas/guia\\_basica.html](http://elsemillero.net/nuevo/semillas/guia_basica.html)
- Garrido Valero, M. S. (1994). Interpretación de análisis de suelos. *Hojas divulgadoras Núm. 5/93 HD*, 21.
- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor*. Turrialba - Costa Rica: Catie - Enda Caribe.
- Gobernación de Arauca. (2016). *Gobernación de Arauca*. Obtenido de <https://www.arauca.gov.co/gobernacion/municipios/municipio-de-saravena>
- Gómez, A. (1978). *Marqueo de plantaciones*. España: Ministerio de agricultura .
- Gonzalez, G., & Caro, F. (1991). Trazado para la siembra. *Reforestación de microcuencas*, 11 - 20.
- INPOFOS. (1997). *Manual internacional de fertilidad de suelos*.
- Instituto de Hidrología, M. y.-I. (2018). *Boletín clima y salud*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.). *Guía de muestreo*. Bogotá: IGAC.

Kass, D. (1996). *Fertilidad de suelos*. San José - Costa Rica: EUNED.

Lambin, E. F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*, 375-393.

Minambiente. (2018). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3692-con-la-reforestacion-colombia-le-devuelve-vida-al-ambiente>

Minambiente. (2018). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/885-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-33>

Ministerio de Salud y Protección Social . (2018). *Informe Nacional de Calidad de Agua para consumo humano INCA 2016*. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social.

Permacultura México A.C. (s.f). *Permacultura.org*. Obtenido de <http://www.permacultura.org.mx/es/herramientas/formulario/tresbolillo/#top>

Pinedo Vargas, J. M. (2015). Reforestación en suelos impactadas por las actividades petroleras en la zona de canteras km 74 Shiviyacu lote 1ab, en la zona de Andoas. Loreto - Perú. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos – Perú.

Pozo Cueva, D. A. (2010). Estudio de las áreas potenciales para la reforestación en la hacienda El Prado Iasa I Sangolquí. (*Tesis de grado*). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí-Ecuador.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (enero de 2016). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-15-life-on-land.html#targets>

- Secretaría de planeación departamental de Arauca. (2012). *Informe departamental de evaluación de la gestión municipal periodo 2011*. Arauca: Secretaría de planeación.
- Sinclair, J. (12 de enero de 2015). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=wpynhsMZfZQ>
- Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. (2014). *Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono IDEAM*. Obtenido de [http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/pub/reporteGeoproceso.jsp?id\\_reporte=3269](http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/pub/reporteGeoproceso.jsp?id_reporte=3269)
- Skole, D., Chomentowski, W., Salas, W., & Nobre, A. (1994). Physical and human dimensions of deforestation in Amazonia. *BioScience*, 314-322.
- SMART Fertilizer Management. (s.f.). *SMART Fertilizer Management*. Obtenido de <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorus>
- Villarreal, J. (1988). Manual práctico para la interpretación de análisis de suelo en laboratorio. *Agruco serie técnica N°10*, 10.
- Yanchatipán De la Cruz, M. B. (2012). Elaboración de un plan de reforestación de las cuencas hídricas del páramo Capulis paso para mantener la captación de agua de consumo humano en la parroquia Belisario Quevedo Canton Latacunga provincia de Cotopaxi. (*Tesis de grado*). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga - Ecuador.

### Anexos

Anexo 1: Listado total de laborantes en el transcurso del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 26:  
*Personal contratado.*

N°	Cédula	Nombres	Función	EPS	Pensión
1	1.115.723.074	Enrique Urrea López	Ayudante	Saludvida	Porvenir
2	1.115.723.129	Jairo Silva Chivaraquía	Ayudante	Saludvida	Porvenir
3	1.115.723.076	Gabriel Ramírez Gómez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
4	1.115.723.070	Luis Hernando Urrea	Ayudante	Saludvida	Porvenir
5	1.115.723.143	Ovidio Ramírez Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
6	96.193.441	Hernán De Jesús Barrosa	Ayudante	Saludvida	Porvenir
7	1.115.723.096	Evelio Cristancho Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
8	1.115.723.586	Daniel C. Chivaraquía	Ayudante	Saludvida	Porvenir
9	1.115.723.073	Albeiro Urrea López	Ayudante	Saludvida	Porvenir
10	1.115.723.140	Teresa Ramírez Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
11	5.463.316	José Alcides Mendoza	Ayudante	Saludvida	Porvenir
12	96.189.820	Roboan Merchán Lizarazo	Ayudante	Medimas	Porvenir
13	1.010.083.151	Zoraida Betancur R.	Ayudante	Saludvida	Colfondos
14	1.115.732.012	Rene Arcila Lizarazo	Ayudante	Nueva eps	Porvenir
15	1.115.741.674	Eliecer Guerrero Pabón	Ayudante	Medimas	Porvenir
16	1.115.726.693	Sergio Pabón Villamizar	Ayudante	Nueva eps	Porvenir
17	96.124.944	Filemón Acosta Bayona	Ayudante	Saludvida	Porvenir
18	1.115.742.743	Jhon Hober Mendoza	Ayudante	Saludvida	Porvenir
19	1.118.574.620	Brayan Stick Ruiz Salcedo	Ayudante	Comparta	Porvenir
20	1.115.723.125	Ramiro Ramírez Gómez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
21	1.115.723.575	Gloria Ramírez Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir

22	1.148.684.057	Elvira Gómez Medina	Ayudante	Saludvida	Porvenir
23	1.115.723.122	Víctor Uncarúa Uncarúa	Ayudante	Saludvida	Porvenir
24	1.115.720.932	Javier Uncarúa Uncarúa	Ayudante	Saludvida	Porvenir
25	17.525.776	Héctor Alarcón Sandoval	Ayudante	Medimas	Porvenir
26	5.493.640	Alfonso Ortiz Leal	Ayudante	Saludvida	Porvenir
27	37.270.364	Zenaida Rodríguez M.	Ayudante	Comparta	Colpensio nes
28	80.145.831	Luis Eduardo Peña Vargas	Ayudante	Medimas	Porvenir
29	1.115.721.491	Arbey Angarita Higuera	Ayudante	Medimas	Porvenir
29	1.115.723.071	William M. Chivaraquía	Ayudante	Nueva eps	Porvenir
30	1.115.723.622	Israel Chivaraquía Medina	Ayudante	Nueva eps	Porvenir
31	1.115.736.980	Toñita Ramírez Bocota	Ayudante	Saludvida	Porvenir
32	1.115.723.576	Yolimar Chivaraquía R.	Ayudante	Saludvida	Porvenir
33	1.115.723.576	Jaqueline Ramírez Urrea	Ayudante	Saludvida	Porvenir
34	1.049.393.519	Riswanu Omar Uncarúa	Ayudante	Comparta	Porvenir
35	1.115.723.144	Marcos Ramírez Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
36	1.115.723.097	Orlando Mejía Ramírez	Ayudante	Saludvida	Porvenir
37	1.115.721.491	Arbey Angarita Higuera	Ayudante	Medimas	Positiva

Listado total de laborantes en el transcurso del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 2: Listado de personal calificado. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 27:  
*Personal profesional.*

N°	Cedula	Nombres	Función	Eps	Pensión
1	1.098.758.290	Ginner f. Afanador	T. Forestal	Nueva eps	Porvenir
2	1.116.793.415	Jeisson Arias Estrada	Ing. Ambiental	Nueva eps	Porvenir

Listado de personal calificado. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 3: Levantamiento topográfico de los predios a reforestar. (Fuente: Elaboración propia)

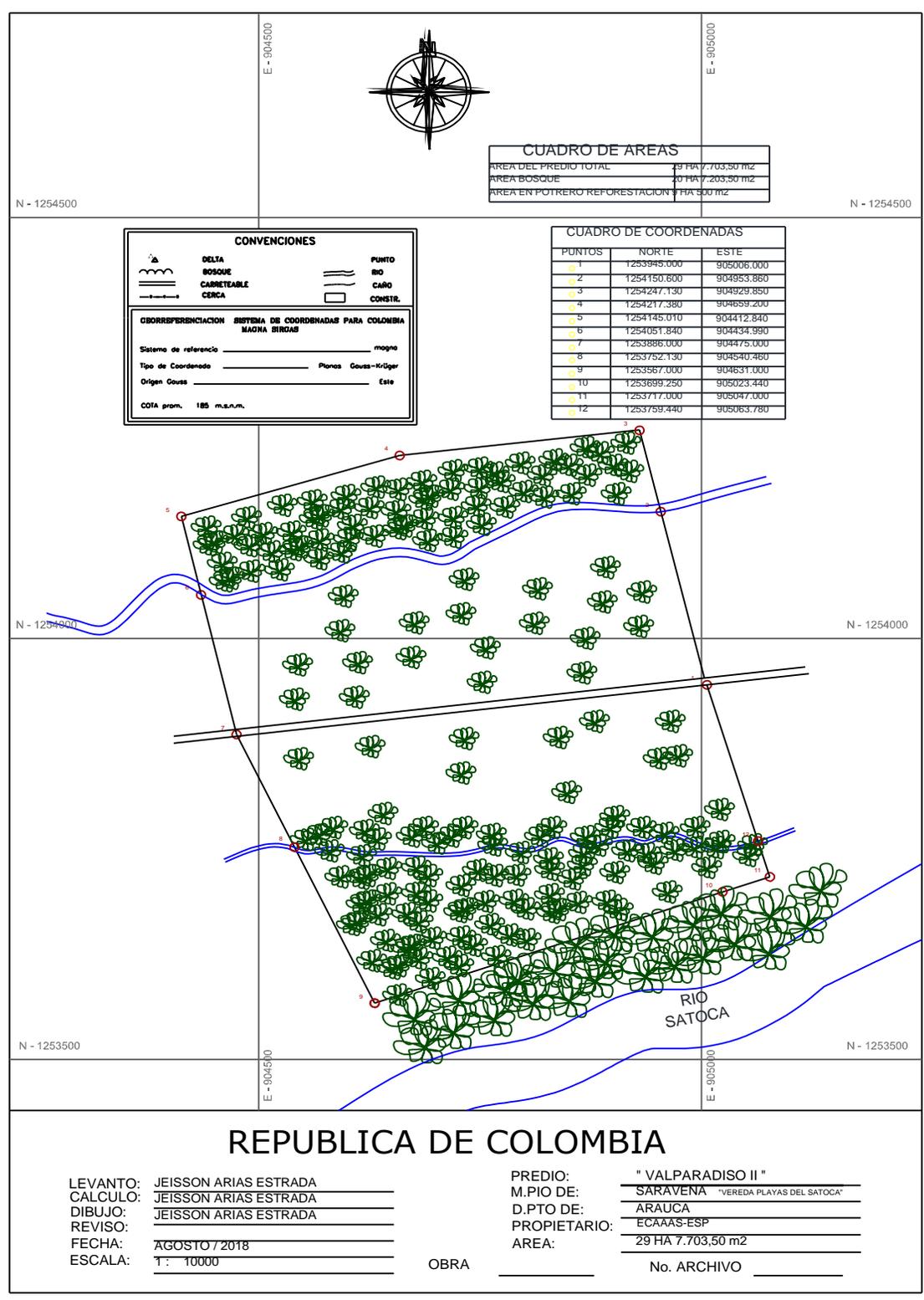


Figura 25: Topografía predio Valparaíso 2 (Elaboración propia).



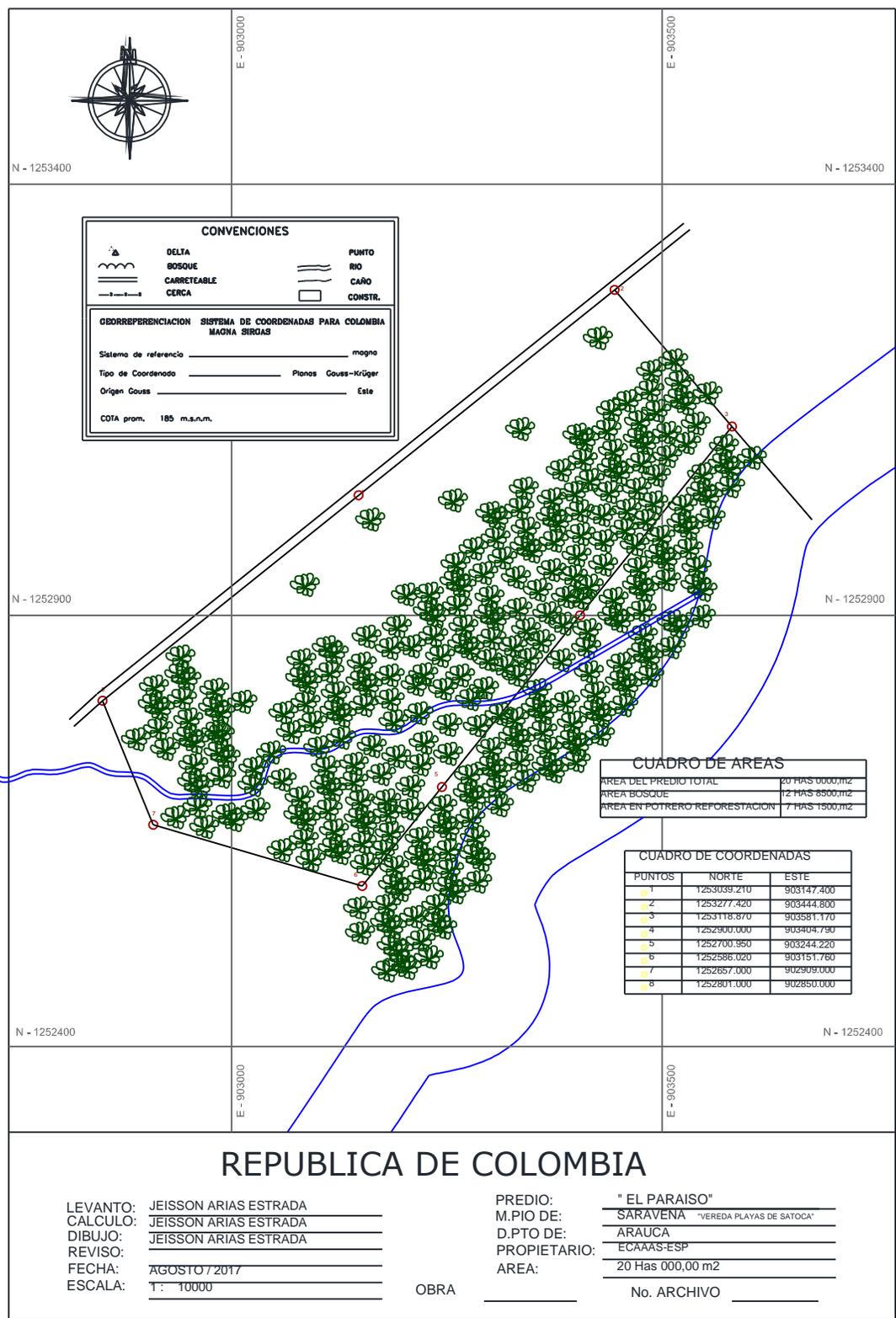


Figura 27: Topografía predio El Paraíso (Elaboración propia).

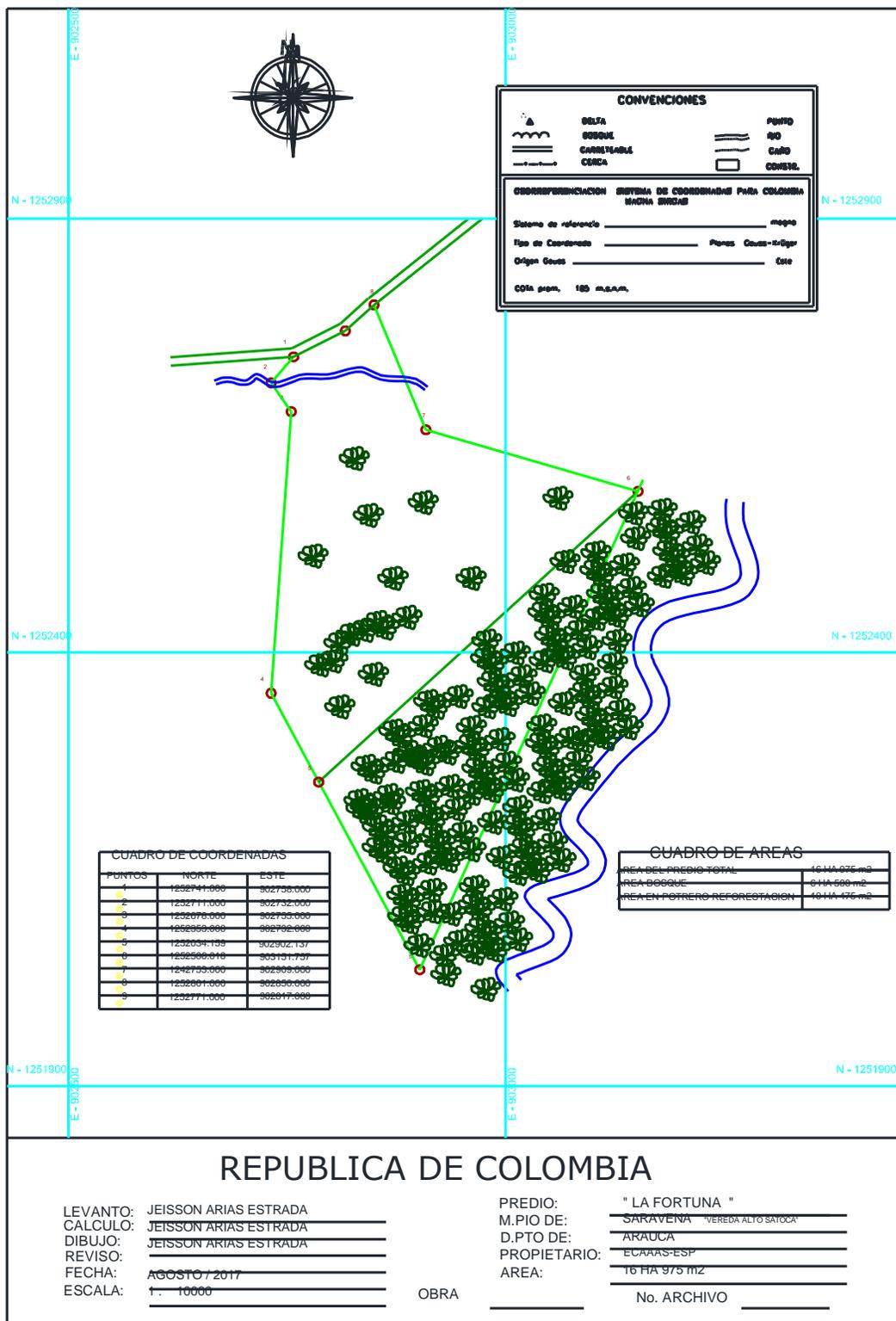


Figura 28: Topografía predio La Fortuna (Elaboración propia).



## Anexo 4: Resultado del análisis de suelo.

Tabla 28

*Análisis muestra Valparaíso 2.*

Variables	Método	Resultado	Unidades
Ph	Potenciométrico, Relación suelo: agua 1:1	4,35	Unidades de pH
Fosforo total (base seca)	Manual de asistencia técnica N° 47 Capitulo 7 (7,5), ICA	0,01	%
Nitrogeno total (Base seca)	Kjeldahl	0,08	%
Calcio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,79	meq Ca/100g
Magnesio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,115	meq Mg/100g
Sodio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,157	meq Na/100g
Potasio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,043	meq K/100g
Hierro total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) – EAA.	340	mg Fe/Kg
Cobre total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	2,07	mg Cu/Kg
Manganeso Total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,63	mg Mn/Kg
Zinc total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	2,097	mg Zn/Kg
Aluminio total	Espectrometría de Absorción Atómica	61,98	mg Al/Kg
Materia orgánica	Colorimetría Walkley Black oxidación con dicromato de Potasio ácido sulfúrico	0,57	%
Capacidad de intercambio catiónico	Extracción en Acetato de amonio 1N, Valoración con NaOH 0,1N	1,593	meq / 100g
Boro total	NTC 5404	< 0,10	mg B/Kg ss
Textura	Densimetría (Hidrómetro) Bouyucos	Arena: 23,6 Limo: 68,8 Arcilla: 7,6 FRANCO LIMOSO	%

Análisis fisicoquímico primera muestra. (fuente: SIAMA Ltda.)

Tabla 29  
Análisis muestra La Pradera.

VARIABLES	Método	Resultado	Unidades
Ph	Potenciométrico, Relación suelo: agua 1:1	4,29	Unidades de pH
Fosforo total (base seca)	Manual de asistencia técnica N° 47 Capitulo 7 (7,5), ICA	0,01	%
Nitrogeno total (Base seca)	Kjeldahl	0,05	%
Calcio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,14	meq Ca/100g
Magnesio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,08	meq Mg/100g
Sodio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,12	meq Na/100g
Potasio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,04	meq K/100g
Hierro total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) – EAA.	287	mg Fe/Kg
Cobre total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,85	mg Cu/Kg
Manganeso Total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	3,04	mg Mn/Kg
Zinc total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,3	mg Zn/Kg
Aluminio total	Espectrometría de Absorción Atómica	59,5	mg Al/Kg
Materia orgánica	Colorimetría Walkley Black oxidación con dicromato de Potasio ácido sulfúrico	0,19	%
Capacidad de intercambio catiónico	Extracción en Acetato de amonio 1N, Valoración con NaOH 0,1N	0,99	meq / 100g
Boro total	NTC 5404	< 0,10	mg B/Kg ss
Textura	Densimetría (Hidrómetro) Bouyucos	Arena: 21,57 Limo: 70,04 Arcilla: 8,39 FRANCO LIMOSO	%

Análisis físicoquímico segunda muestra. (fuente: SIAMA Ltda.)

Tabla 30  
Análisis muestra El Paraíso.

Variables	Método	Resultado	Unidades
Ph	Potenciométrico, Relación suelo: agua 1:1	4,5	Unidades de pH
Fosforo total (base seca)	Manual de asistencia técnica N° 47 Capítulo 7 (7,5), ICA	0,01	%
Nitrogeno total (Base seca)	Kjeldahl	0,05	%
Calcio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,87	meq Ca/100g
Magnesio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,08	meq Mg/100g
Sodio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,09	meq Na/100g
Potasio total	Extracción en Acetato de amonio 1N. Espectrometría de Absorción Atómica	0,03	meq K/100g
Hierro total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) – EAA.	579,5	mg Fe/Kg
Cobre total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,47	mg Cu/Kg
Manganeso Total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,06	mg Mn/Kg
Zinc total	Extracción con doble ácido (Martens y Lindsay) - EAA.	1,32	mg Zn/Kg
Aluminio total	Espectrometría de Absorción Atómica	50,3	mg Al/Kg
Materia orgánica	Colorimetría Walkley Black oxidación con dicromato de Potasio ácido sulfúrico	0,26	%
Capacidad de intercambio catiónico	Extracción en Acetato de amonio 1N, Valoración con NaOH 0,1N	1,6	meq / 100g
Boro total	NTC 5404	< 0,10	mg B/Kg ss
Textura	Densimetría (Hidrómetro) Bouyucos	Arena: 25,36 Limo: 66,05 Arcilla: 8,59 franco limoso	%

Análisis fisicoquímico tercera muestra. (fuente: SIAMA Ltda.)