

DIAGNOSTICO SILVICULTURAL Y FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES
PARA EL MANEJO DEL COMPONENTE ARBOREO EXISTENTE EN LAS
SEDES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA



ANGELA MARIA CAICEDO VELASCO

JULIETH ALEXANDRA TOBAR VILLAMARIN

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2014

DIAGNOSTICO SILVICULTURAL Y FORMULACION DE RECOMENDACIONES
PARA EL MANEJO DEL COMPONENTE ARBOREO EXISTENTE EN LAS
SEDES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.



ANGELA MARIA CAICEDO VELASCO

JULIETH ALEXANDRA TOBAR VILLAMARIN

Trabajo de investigación para optar por el título de Ingeniera Forestal.

Director

M. Sc. JUAN CARLOS VILLALBA MALAVER
Ingeniero Forestal

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERIA FORESTAL
POPAYAN
2014

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCION | 13 |
| MARCO REFERENCIAL | 14 |
| 1.1 SILVICULTURA URBANA | 14 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 15 |
| 1.3 CONCEPTO DEL ESTADO FISICO, SANITARIO Y SILVICULTURAL DEL ARBOL. | 16 |
| 1.4 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO SANITARIO DEL ÁRBOL | 16 |
| 1.4.1 Daños en el tronco | 17 |
| 1.4.2 Interferencia con redes | 18 |
| 1.5 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES | 18 |
| 1.5.1 Aplicación de Cicatrizante | 18 |
| 1.5.2 Cirugía | 18 |
| 1.5.3 Enderezar y arriostrar | 18 |
| 1.5.4 Fertilización. | 19 |
| 1.5.5 Manejo integrado de plagas y enfermedades | 19 |
| 1.5.6 Podas | 19 |
| 1.5.6.1 Poda de despunte | 19 |
| 1.5.6.2 Poda de estabilidad | 19 |
| 1.5.6.3 Poda de formación o estructural | 19 |
| 1.5.6.4 Poda de mejoramiento o sanitario | 20 |

| | |
|---|----|
| 1.5.6.5 Poda de ramas | 20 |
| 1.5.6.6 Poda de raíces | 20 |
| 1.5.6.7 Poda de realce o transparencia | 20 |
| 1.5.6.8 Poda técnica | 20 |
| 1.5.6.9 Poda de transparencia en la copa | 21 |
| 1.5.7 Riego | 21 |
| 1.5.8 Tala o eliminación | 21 |
| 1.5.9 Traslado | 21 |
| 1.5.10 Mantenimiento integral | 21 |
| 1.6 ARBORIZACIÓN URBANA | 22 |
| 1.6.1 Características para la selección de especies forestales urbanas. | 22 |
| 1.6.2 Censo forestal urbano | 23 |
| 1.6.3 Base de datos. | 23 |
| 1.6.4 Ubicación espacial arbórea. | 23 |
| 1.6.5 Sistema de información geográfica, SIG | 23 |
| 1.7 Recursos. | 24 |
| 2. METODOLOGIA | 26 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDIO | 26 |
| 2.2 DESARROLLO DEL TRABAJO. | 27 |
| 2.2.1 Información secundaria. | 27 |
| 2.2.1.1 Información cartográfica. | 27 |
| 2.2.2 Levantamiento de información en campo | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.2.3 Sistematización de información de los formularios a la base de datos | 28 |
| 2.2.4 Procesamiento de los datos del GPS. | 29 |
| 2.2.5. Implementación del SIG. | 29 |
| 2.2.6 Diagnostico silvicultural. | 35 |
| 2.2.7. Recomendaciones de manejo. | 35 |
| 2.2.8. Determinación de costos. | 35 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 3.1 Base de datos. | 36 |
| 3.2 Sistema de información geográfico | 36 |
| 3.3 Diagnostico silvicultural. | 38 |
| 3.4. EVALUACIÓN SILVICULTURAL Y CONFLICTO CON EL ENTORNO DE LAS SEDES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUC | 39 |
| 3.4.1. Facultad de Artes. | 39 |
| 3.4.1.1 Estado silvicultural de los Individuos | 40 |
| 3.4.1.2 Conflicto con el entorno. | 40 |
| 3.4.2 Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. | 40 |
| 3.4.2.1 Estado silvicultural de los Individuos. | 40 |
| 3.4.2.2 Conflicto con el entorno | 41 |
| 3.4.3 Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales | 41 |
| 3.4.3.1 Estado silvicultural de los Individuos | 41 |
| 3.4.3.2 Conflicto con el entorno | 42 |
| 3.4.4 Facultad de Ciencias de la Salud. | 43 |

| | |
|--|----|
| 3.4.4.1 Estado silvicultural de los individuos. | 43 |
| 3.4.4.2 Conflicto con el entorno. | 44 |
| 3.4.5 Centro Deportivo Universitario. | 45 |
| 3.4.5.1 Estado silvicultural de los individuos. | 45 |
| 3.4.5.2 Conflicto con el entorno. | 46 |
| 3.4.6 Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. | 46 |
| 3.4.6.1 Estado silvicultural de los individuos. | 47 |
| 3.4.6.2 Conflicto con el entorno. | 48 |
| 3.4.7 Facultad de Ingeniería Civil. | 49 |
| 3.4.7.1 Estado silvicultural de los Individuos. | 50 |
| 3.4.7.2 Conflicto con el entorno | 51 |
| 3.4.8 Facultad de Ciencias Agrarias. | 51 |
| 3.4.8.1 Estado silvicultural de los Individuos | 52 |
| 3.4.8.2 Conflicto con el entorno. | 53 |
| 3.5 RECOMENDACIONES DE MANEJO SILVICULTURAL | 56 |
| 3.6 COSTOS REQUERIDOS PARA APLICAR LAS PRÁCTICAS SILVICULTURALES RECOMENDADAS. | 58 |
| 5. CONCLUSIONES | 59 |
| RECOMENDACIONES | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA | 62 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Recursos detallados utilizados para el desarrollo del diagnóstico silvicultural y formulación de recomendaciones para el manejo del componente arbóreo Universidad del Cauca municipio de Popayán | 24 |
| Cuadro 2. Especies arbóreas de la Facultad de Artes, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 39 |
| Cuadro 3. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 40 |
| Cuadro 4. Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. Especies arbóreas de la Facultad de Derecho. | 41 |
| Cuadro 5. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 43 |
| Cuadro 6. Especies arbóreas, del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 45 |
| Cuadro 7. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 46 |
| Cuadro 8. Especies arbóreas de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 49 |
| Cuadro 9. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Sedes de la Universidad del Cauca, Popayán, 2014. | 26 |
| Figura 2. Etapas del desarrollo del trabajo | 27 |
| Figura 3. Proceso para exportar la capa <i>polyline</i> | 30 |
| Figura 4. Selección de la ruta para guardar el <i>shape</i> | 30 |
| Figura 5. Plano convertido en formato <i>shape</i> | 31 |
| Figura 6 Georreferenciación de los planos en formato <i>shape</i> | 32 |
| Figura 7. Facultades de la Universidad del Cauca dentro del polígono de referencia | 32 |
| Figura 8. Carga de coordenadas a los <i>layers</i> | 33 |
| Figura 9. <i>Shape</i> a partir de las coordenadas geográficas | 34 |
| Figura 10. Tabla de atributo | 34 |
| Figura 11. Facultad de Ciencias Agrarias municipio de Popayán, 2014 | 37 |
| Figura 12. Facultades sector antiguo Liceo, Pomona y Centro Deportivo Universitario municipio de Popayán, 2014 | 37 |
| Figura 13 Facultades sector centro histórico municipio de Popayán, 2014 | 38 |
| Figura 14 Estado silvicultural de los individuos de la Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, municipio de Popayán | 42 |
| Figura 15 Conflicto con el entorno, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, municipio de Popayán. | 42 |
| Figura 16. Estado silvicultural de los individuos de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, municipio de | 44 |

Popayán.

Figura 17 Conflicto con el entorno, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, municipio de Popayán. 44

Figura 18. Estado silvicultural de los individuos y enfermedades del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, municipio de Popayán. 45

Figura 19. Conflicto con el entorno del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, municipio de Popayán. 46

Figura 20. Estado silvicultural de los individuos y enfermedades de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, municipio de Popayán. 48

Figura 21. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. 49

Figura 22. Estado silvicultural de los Individuos y enfermedades de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán 50

Figura 23. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. 51

Figura 24. Estado silvicultural de los Individuos y enfermedades de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. 52

Figura 25. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán 53

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| Anexo A. Formulario de recolección de información silvicultural por individuo | 65 |
| Anexo B. Formulario de recolección información estado físico y sanitario por individuo | 66 |
| Anexo C. formulario diagnóstico de conflictos de individuos forestales con su entorno | 67 |
| ANEXO D. Distribución de individuos reportados de acuerdo a la Familia, género y especie, en las sedes de la Universidad del Cauca Municipio de Popayán | 68 |
| ANEXO E. Presupuesto detallado sobre los costos requeridos para aplicar las prácticas silviculturales recomendadas. | 71 |

RESUMEN

Se realizó un censo forestal en las diferentes sedes de la Universidad del Cauca, en el municipio de Popayán Cauca. A cada árbol se le registró su altura, diámetro, localización geográfica, características morfológicas, estado fitosanitario y la relación con el entono. Para realizar estas se emplearon cintas métricas, gps, hipsómetro y tres formularios de campo por cada individuo. La División de Planeación de la Universidad del Cauca proporciono los mapas en autoCAD pertenecientes a cada una de las sedes donde se realizó el censo forestal, estos luego fueron editados en el software ARGIS para facilitar la sistematización de cada individuo. El censo reporto un total de 924 individuos agrupados en 34 familias, 52 géneros y 53 especies, *Leucaena leucocephala* fue la más predominante con 126 individuos, la sede con mayor número de individuos fue la Facultad de Ciencias Agrarias con 366 árboles y fue la que represento un mayor porcentaje de individuos en estado fitosanitario regular con 18% y malo con 7%. Los conflictos con el entorno más comunes fueron altura excesiva para el lugar de siembra 36.9% y cercano a estructura 24% y en cuanto a las practicas silviculturales que fueron sugeridas para este tipo de conflictos fueron poda de formación 44.1% y fertilización 20.2%

PALABRAS CLAVE: Censo, especies, caracterización, fitosanitario, silvicultural.

ABSTRACT

A forestry census was conducted in the different campuses of the University of Cauca, in the town of Popayan, Cauca. Each tree will be recorded their height, diameter, geographical location, morphology, plant health and the relationship with the environment. To make these tapes, gps, hypsometer and three field forms for each individual is employed. Planning Division of the University of Cauca in autoCAD, they provided maps belonging to each of the venues where the forest census, these were then edited in the ARGIS software to facilitate the systematization of each individual was performed. The census reported a total of 924 individuals grouped into 34 families, 52 genera and 53 species, *Leucaena leucocephala* was the most prevalent with 126 individuals. The seat with the highest number of individuals was the Faculty of Agricultural Sciences, 366 trees and was the one that represented a greater percentage of individuals in regulating plant health (18%) and bad (7%). Conflicts with the most common setting was too high for the planting site (36.9%) and near structure (24%) and in terms of silvicultural practices that were suggested for these conflicts were pruning (44.1%) and fertilization (20.2%)

KEYWORDS: Census species characterization, plant protection, silvicultural

INTRODUCCION.

Las diferentes sedes de la Universidad del Cauca tienen una población de especies arbóreas nativas e introducidas que brindan beneficios tanto paisajísticos como ambientales, entre ellos libre esparcimiento de la comunidad, relajación visual, regulación de microclima, aumentado la calidad del aire en el ambiente interno. Sin embargo existen muchos árboles que presentan problemas con su hábitat, puesto que en su momento de siembra no se realizó una planeación adecuada y esto dio lugar a la existencia de conflicto con el entorno, ya sea por su hábito de crecimiento, por su excesiva producción de hojarasca y residuos orgánicos o por la poca distancia entre individuos y con ello se va eliminando la calidad estética y causando conflicto con el entorno.

También es muy común observar la falta de planeación en el establecimiento de los árboles y por esto algunos se encuentran en conflicto con las redes de servicios públicos, estructuras físicas de edificios y redes viales.

Recientemente se ha llegado a la conclusión que no se tuvo en cuenta el espacio disponible para la siembra de las especies existentes en el ámbito universitario, por lo cual, desde la administración de ésta se ha decidido apoyar este estudio con el fin de planificar, proteger y conservar el espacio ambiental de una manera que proporcione seguridad y armonía visual.

Se pretende conocer la problemática generada por la población arbórea en el sector urbano atendiendo las necesidades y cuidados que implica cada especie comprendiendo su morfología y fisiología, todo esto con el fin de brindar una sostenibilidad y permanencia de los individuos, mejorando su apariencia, su estado sanitario por medio de tratamientos silviculturales que ratifiquen la aparición de su mejora.

Es por ello que se realizó un diagnóstico silvicultural en la Universidad del Cauca con el fin de conocer la problemática que presentan cada una de las sedes y según la información obtenida se estableció una base de datos que fue herramienta básica para la generación de un Sistema de Información Geográfica - SIG, donde se determinaron una serie de recomendaciones necesarias para mejorar el estado físico y sanitario de los árboles; todo esto dando como resultado los costos requeridos para aplicar las prácticas silviculturales.

MARCO REFERENCIAL

1.1 SILVICULTURA URBANA

La silvicultura urbana es una rama especializada de la silvicultura; tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras a aprovechar la contribución actual y potencial que éstos pueden aportar al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico y económico. En su sentido más amplio, el concepto de silvicultura urbana se refiere a un sistema múltiple de ordenación que incluye las cuencas hidrográficas municipales, los hábitat de las especies animales silvestres, las oportunidades de esparcimiento al aire libre, el diseño del paisaje, la recuperación de desechos en el ámbito municipal, el cuidado de los árboles en general, y la producción de fibra de madera como materia prima (FAO 2013).

Así pues, esta actividad representa una fusión entre la arboricultura, la horticultura ornamental y la ordenación forestal; además, tiene una relación estrecha con la arquitectura paisajista y la ordenación de parques, y se debe poner en practicar de manera concertada tanto con los profesionales de estas esferas como con los ingenieros urbanistas.(Chaux 2012)

La silvicultura urbana incluye actividades que se realizan en el centro de la ciudad, en las zonas suburbanas y en las zonas marginales, periurbanas o de contacto con los terrenos agrícolas, y que pueden diferir considerablemente de una a otra de las zonas mencionadas. Por lo que concierne al centro de las ciudades, en la mayor parte de ellas la silvicultura ofrece posibilidades relativamente limitadas para realizar nuevos esfuerzos forestales. En este caso, la tarea principal consistirá en mantener o reponer los árboles plantados mucho tiempo atrás. (Chaux 2012)

En las zonas suburbanas existe un margen mayor para la plantación de árboles, ya que la disponibilidad de tierras es mayor que en el centro de la ciudad. Es más probable que en ellas las tierras sean de propiedad privada que en la zona periurbana o marginal, y que la población se halle más asentada; por consiguiente, su interés directo por la protección y cuidado de los árboles será mayor. (FAO 2013)

La mayor presión sobre los recursos naturales se ejerce en la zona periurbana, es decir, en aquel sector de cualquier pueblo o ciudad donde termina la parte vieja y

comienzan los nuevos distritos, allí donde la ciudad planificada cede el paso a asentamientos espontáneos. Es en estas zonas donde la tasa de crecimiento de la población es más alta y donde hay menos planificación por parte de los gobiernos municipales. Es aquí donde se establecen los nuevos inmigrantes que vienen del campo en los países en desarrollo, y también es ésta la zona donde la silvicultura urbana tiene mayores posibilidades de desarrollarse y de llegar a satisfacer las necesidades de la población urbana. (Chaux 2012)

1.2 ANTECEDENTES

Se identificaron tres estudios relacionados con la presente investigación, el primero de ellos fue realizado en el año 2010 por Gómez, “Apoyo a las actividades desarrolladas por la alcaldía de Popayán a través de la oficina de grupo de aseo en aspectos relacionados con la silvicultura urbana” donde se realizaron capacitaciones acerca de silvicultura urbana a trabajadores y la formulación de propuestas de mejoramiento para la obtención de espacios más agradables y adecuados, en el 2011 Serna y Villanueva efectuaron un estudio titulado “Caracterización del componente arbóreo en parques y avenidas de la ciudad de Popayán” donde sus principales resultados arrojaron los siguientes datos: 597 individuos donde 479 son árboles, 85 son arbustos y 33 son palmas, la especie que predominó fue *Tabebuia rosea* con 126 individuos. El lugar donde se encontraron mayor cantidad de individuos fue la Avenida Panamericana con 240 individuos y las prácticas que se requieren para mejorar las condiciones de los árboles evaluados fueron la poda de realce con un 17.9%, seguidas por la poda de limpieza con un 11.9%.

Por último se tiene el estudio de Chaux en el 2012 “Formulación de lineamientos técnicos a partir del censo forestal del componente arbóreo localizado en los parques y principales vías del área urbana del municipio de la Plata departamento del Huila”, sus principales datos fueron: 544 individuos, de los cuales 518 son árboles y 26 son palmas, la especie predominante fue *Pseudosamanea guachapele* con 121 individuos, la zona de estudio con mayor número de individuos fue la avenida los libertadores con 312 individuos, lugar donde se presentaron las mejores condiciones físicas y sanitarias. Se indicó que para el 56% de la población censada se deben realizar podas de mejoramiento y practicar tratamientos integrales para el 28% de los árboles ahí localizados.

1.3 CONCEPTO DEL ESTADO FISICO, SANITARIO Y SILVICULTURAL DEL ARBOL.

Para tener un mejor concepto del estado físico, sanitario y silvicultural del árbol es de suma importancia observarlo detenidamente a una distancia que permita identificar si su condición es buena, regular o mala, en el presente estudio los árboles se observaron a una distancia que va entre cuatro y cinco metros dependiendo de su altura; se definió como buena los árboles que no presentaron problemas ni en copa ni en fuste; regular árboles que tenía un fuste sin problemas pero una copa deteriorada o viceversa y malo cuando tanto como copa y fuste presentaban algún tipo de daño.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO SANITARIO DEL ÁRBOL

El estado sanitario del árbol se ve reflejado en síntomas y daños como clorosis, pudriciones, gomosis, tumores, agallas, insectos, hongos.

Clorosis. Alteración del tono verde de las hojas, amarillamientos, áreas rojizas o bronceadas. Puede ocurrir en puntos o en líneas bien definidas, en áreas irregulares o en órganos enteros de la planta. Este síntoma se debe a la destrucción de la clorofila o a la inhibición de la formación de la misma. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000). Pudrición. Es el reblandecimiento, decoloración y con frecuencia desintegración de los tejidos de una planta como resultado de infección bacteriana o fungosa. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

Gomosis: Síntoma relacionado con la presencia de hongos sobre la corteza y el cambium de los árboles, tipificado por la exudación de goma. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

Tumores: Crecimiento excesivo y no controlado que sufren los tejidos de la planta, debidos a la alteración en la reproducción celular (por acción de patógenos), produciendo sobre-crecimiento. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

Agallas: Inflamación o excrecencia de los tejidos vegetales causada por la acción de parásitos. Pueden formarse en cualquier parte de la planta, pero aparecen sobre todo en puntos donde hay células activas en fase de crecimiento o división. Desencadena su crecimiento el efecto químico de secreciones de los organismos

infestantes, por lo general insectos u hongos. Adoptan formas muy variadas, dependiendo del parásito que la causa; por lo general, cada especie de organismo formador de agallas infecta un órgano concreto de la planta. El crecimiento de la agalla puede deberse a la hipertrofia extrema de la células individuales o a la división rápida de las situadas cerca del punto atacado por el parásito. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

Insectos: pueden llamarse plagas o parásitos a aquellos insectos que generalmente viven en el entorno del árbol y que se alimentan de sus hojas, su savia, la corteza, el tronco o ramas. En casi todos los casos, estos insectos provocan daños de todo tipo que comprometen la salud e integridad de la planta, incluso pueden contagiar enfermedades de otros árboles o implantar esporas de hongos que llevan en sus cuerpos. Los insectos priumarios son capaces de de atacar y dañar los arboles sanos como descortezadores del genero *Dendroctonus*, insectos defoliadores, afidos y escamas, polillas del brote, hormigas y abejas contadoras de hojas. (Billings 2006)

Hongos. Son la causa principal de la toda pudrición de la madera, existen los hongos "bracket", que pueden encontrarse viviendo en árboles vivos. En lugar de que sus filamentos crezcan en el suelo, ellos crecen bajo la corteza, tomando nutrientes del árbol hospedero. Cuando estos hongos producen sus setas, salen a la superficie. Las esporas de estas setas se esparcen a otros árboles y encuentran la manera de entrar a través de agujeros y otras áreas dañadas. (Luley, 2006)

1.4.1 Daños en el tronco: se refiere a la descripción de daños en el tronco y pueden ser daño mecánico, oquedades, descortezado socavamiento basal, anillamientos u otros.

Daño Mecánico: se reconocen como golpes, roturas, agrietamientos, oquedades, Estrangulamientos, cortes o inserciones que son causados directa o indirectamente por el hombre. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

Anillamientos: Corresponden a ahorcamientos causados con alambres metálicos en el tronco de los árboles, con el fin de ocasionar su muerte para eliminar la presencia del árbol. Es común en zonas comerciales, en las que las ramificaciones del árbol limitan la visibilidad de los letreros. (Jardín Botánico José Celestino Mutis 2000).

1.4.2 Interferencia con redes: indica si tiene interferencia con redes de servicios públicos tales como: red de acueducto, red telefonía o red eléctrica.

1.5 TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

Consiste en prácticas de diversa índole que se realizan con la finalidad de mantener la vegetación en buenas condiciones aéreas y radicales, mejorar su aspecto y su desarrollo y manejar factores de seguridad pertinentes a la arborización. Así mismo, permiten prever y solucionar problemas que se puedan presentar por interferencia con otros elementos del paisaje urbano, las principales son las siguientes (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000).

1.5.1 Aplicación de Cicatrizante. Debe hacerse inmediatamente después del corte, ya que los árboles en la ciudad se encuentran expuestos a concentraciones altas de contaminación que impiden una cicatrización natural eficiente. Se deben evitar masillas o productos que generen condiciones de humedad a mediano y largo plazo pues contribuyen a la proliferación de patógenos; en ningún caso se recomienda la aplicación de pinturas en los cortes. En la búsqueda de un producto eficiente en la cicatrización se debe tener en cuenta que este debe tener como base un fungicida, que sea impermeable al agua y permeable al aire (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.2 Cirugía. Consiste en el corte basal de la sección enferma del individuo hasta encontrar un tejido sano, para su posterior desinfección y cicatrización (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.3 Enderezar y arriostrar. Cuando el fuste está inclinado a menos de 45° se puede realizar un enderezamiento con un pronóstico bueno, primero deben colocarse riendas o tensores que eviten la prosecución de la caída y posteriormente mojarse abundantemente toda la periferia del suelo. Una vez que se ha logrado una buena percolación y anegamiento se procede a enderezarlo con una polea manual, ubicada lo más alto posible del brazo de palanca (tronco) cuando se logra la vertical se debe tensar un poco más para vencer la elasticidad propia del ejemplar, luego se realiza un arriostrado periférico estricto con riendas en todas las direcciones, para la inmovilización del individuo. Cuando el fuste está inclinado a más de 45° el pronóstico es reservado ya que es muy difícil enderezarlo sin que se comprometa su sistema radicular, en casos extraordinarios se puede intentar hacerlo con podas intensas de la parte aérea y recubrimiento del pan de tierra con materia orgánica y tierra, manteniendo mojada la parte aérea por varios meses (Pire, 2007).

1.5.4 Fertilización. Actividad mediante la cual son suministrados los nutrientes que los árboles necesitan para su crecimiento normal, para determinar la cantidad de nutrientes demandados por el árbol, se debe tener en cuenta la especie vegetal, el estado de desarrollo y las condiciones del medio (propiedades del suelo). Los nutrientes requeridos por las plantas pueden ser aportados a partir de fuentes orgánicas y/o inorgánicas conocidas como fertilizantes químicos, que pueden ser simples o compuestas, dependiendo de la cantidad de elementos nutritivos que aporten (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.5 Manejo integrado de plagas y enfermedades. Es una técnica integral de control fitosanitario que utiliza herramientas de índole biológica, física, química y cultural, en general implica un manejo silvícola adecuado y aplicado de manera específica para garantizar la eficacia en el propósito. En condiciones urbanas el árbol se encuentra sometido a condiciones adversas de tipo biótico y abiótico. Es posible que la ocurrencia de un problema biótico sea consecuencia indirecta de factores de tipo abiótico porque la alteración de la fisiología de la planta puede debilitar sus defensas naturales contra plagas y enfermedades (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6 Podas. Los árboles se podan para que éstos mantengan sus formas y aspectos naturales. Para orientar el crecimiento, remover pedazos de ramas y maderas que están muertas o se encuentran enfermas. Para estimular el crecimiento de las flores y frutas. Para que los árboles viejos y plantas maduras puedan rejuvenecer. Para controlar el tamaño. Los árboles se podan para que estos puedan crecer y desarrollarse mejor. El corte apropiado de las ramas garantizará que los árboles al madurar mantengan sus formas y aspectos naturales. De esta manera también se asegurará de que un árbol se mantenga saludable y pueda preservar su vigor y belleza natural. (Bill Carlos, Shaere 2006).

1.5.6.1 Poda de despunte. Tratamiento tendiente al control de ramas con tendencia horizontal o paralela al suelo que por su longitud tienen la tendencia al desgarre (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000).

1.5.6.2 Poda de estabilidad. Se efectúa con el fin de mejorar la estabilidad del individuo en cuanto a la estabilización de cargas transmitidas por la copa a través del fuste principal, donde el objetivo principal es eliminar el riesgo de volcamiento o desgarre de ramas a gran altura (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000).

1.5.6.3 Poda de formación o estructural. Su propósito principal es resaltar y mejorar las condiciones estéticas y físicas del individuo teniendo en cuenta la

especie y el grado de madurez vegetal, así como su interferencia con estructuras físicas urbanas, obras de infraestructura y redes de servicios públicos (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.4 Poda de mejoramiento o sanitario. Labor que procura mejorar las condiciones fisiológicas y fitosanitarias de la especie vegetal mediante la eliminación de hojas y ramas infestadas de patógenos, para reducir el daño mecánico o controlar los niveles de infestación (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.5 Poda de ramas. Las ramas gruesas de un árbol, sean muertas o vivas, se podan usando un serrucho de mano o motosierra. Esto genera un corte limpio y de fácil cicatrización. Nunca se debe usar machete porque se debe evitar astillamientos que maltraten el árbol o generen ambientes propicios para enfermedades y plagas (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.6 Poda de raíces. Consiste en el corte de las raíces principales y secundarias de los árboles y arbustos adultos que se encuentren en conflicto con redes, infraestructura u obras civiles o en ocasiones, con el fin de controlar el tamaño final del árbol (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.7 Poda de realce o transparencia. También se conoce como elevación de la copa y consiste en generar transparencia visual hasta los 2 m de altura medidos a partir del suelo, es un manejo indicado para arboles adultos. El manejo de este tipo de poda induce al desarrollo en altura pero con diámetros bajos en el tronco, comparado con un crecimiento normal. En el espacio urbano es normal que se prioricen servicios como el de iluminación sobre el arbolado a veces se podan o extraen las ramas de abajo para poder circular con maquinaria o despejar la visión, mientras más se eleva la copa, mayor es el brazo de palanca que ejerce con el tronco sobre las raíces, por lo cual se debe tener especial cuidado con esta labor ya que si se realiza intensamente se puede provocar el volcamiento del árbol (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.8 Poda técnica. Tiene como objetivo principal mejorar las condiciones físicas y sanitarias del individuo, resaltando las condiciones estéticas de la copa al mantenerla dentro de su forma específica y al equilibrar el peso de las ramas (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.6.9 Poda de transparencia en la copa. Poda o entresaca de ramas secundarias con el objetivo de permitir el paso de luz solar hacia el suelo para el crecimiento de nuevas especies o por factores de inseguridad (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.7 Riego. Consiste en agregar el agua necesaria para q una planta o árbol cumpla con sus funciones metabólicas, permitiendo le desarrollo y mantenimiento adecuado del individuo vegetal, de ahí que cada planta necesita un riego específico; de hecho tan importante es la cantidad de agua que se le debe suministrar y la frecuencia con que se riega, como la forma específica de hacerlo; sin embargo, en general se puede decir que es importante suministrar el riego suficiente al material vegetal una vez por semana o mas según las condiciones observadas durante los primeros tres meses y posteriormente cada 45 días hasta los tres años, para la mayoría de las especies(Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.8 Tala o eliminación. Consiste en la eliminación de los árboles que se encuentran en conflicto insalvable en el espacio urbano o que presentan problemas físicos y sanitarios que generan riesgos para la ciudadanía. La determinación final de hacer esta práctica se toma en la etapa de diseño, evaluando y sopesando costos y beneficios ambientales. Los trabajos deben ejecutarse de tal manera que no causen daños a transeúntes, estructuras, redes de servicios públicos, propiedades o árboles en pie (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.9 Traslado. Es la movilización de un árbol de un sitio a otro. Esta operación se lleva a cabo cuando se presentan conflictos tales como ubicación bajo redes eléctricas, andenes angostos, remodelación de parques, ampliación de avenidas, construcción de edificios, por requerimiento fisiológico de la especie u otros requerimientos de diseño de emplazamiento (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.5.10 Mantenimiento integral. Consiste en realizar podas de mejoramiento, estabilidad y formación, aplicar fertilizantes, abonar los sustratos y realizar algún tipo de control biológico para la presencia de agentes patógenos como hongos e insectos (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2000)

1.6 ARBORIZACIÓN URBANA

Según Hoyos (2007) la arborización urbana se refiere a la acción de poblar o repoblar con árboles un sitio determinado, en este caso la Universidad del Cauca cuya finalidad es contribuir al confort ambiental y bienestar de la población que se encuentra dentro del campus al igual que proporcionar belleza escénica al *Alma Mater*

1.6.1 Características para la selección de especies forestales urbanas. Dentro de las características esenciales para la selección de las especies urbanas se deben considerar, las condiciones del medio que incluyen el espacio físico (aéreo o subterráneo), disponibilidad hídrica y exposición al viento. Estas condiciones van a determinar las especies con más resistencia de acuerdo al ambiente; con respecto a ellas hay que definir lo siguiente (Irrazába & Vera, 2009)

Longevidad. Expectativa de vida del individuo, se descartan especies poco longevas, incluyendo en este análisis el estudio de los costos de mantenimiento y renovación. (Cavallaro, 2014)

Velocidad de crecimiento. Se evalúa considerando aspectos como la longevidad y la resistencia, ya que las especies de rápido crecimiento suelen tener una madera más vulnerable a las fracturas y menor longevidad. (Cavallaro, 2014)

Resistencia a plagas y enfermedades. Se consideran los costos de mantenimiento y se descartan especies vulnerables a agentes infecciosos. (Cavallaro, 2014)

Tamaño definitivo del individuo adulto. Incluye tanto el tamaño de la parte aérea como del sistema radicular. Hay que conocer la forma del follaje y su adaptación a las condiciones del espacio físico. (Cavallaro, 2014)

Persistencia del follaje. El diseño del arbolado urbano debe considerar aspectos como la sombra (beneficiosa en periodos estivales pero perjudiciales en invierno), y suelen utilizarse especies caducifolias para evitar los túneles de sombra. (Cavallaro, 2014)

Además de las consideraciones técnicas sobre las características del arbolado urbano, la selección de las especies más propicias y adaptadas al entorno rígido

de las urbes, son necesarias campañas educativas que integren a la población y le permitan valorar y concientizarse acerca de las ventajas que representan los árboles de las sedes de la Universidad del Cauca, propiciando en el mismo un ambiente más natural (Irrazábal y Vera, 2009)

1.6.2 Censo forestal urbano. Tiene por objeto el levantamiento de un conjunto de datos básicos asociadas a las características físicas y de localización de la población de árboles. Estos datos se compilan con el fin de obtener un conjunto de estadísticas básicas y oficiales sobre el volumen, estructura, distribución y ubicación de la población y subuniversos de ésta v.g población arbórea joven; población arbórea vieja; población arbórea según tipo de especies etc. (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2004).

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que la información provista por el censo forestal urbano es estática, ya que indica el estado de situación en la fecha en que los datos son tomados; por lo tanto es de fundamental importancia la recurrencia o la posibilidad de poder realizar periódicamente la toma de datos, dada la dinámica que tiene el arbolado o el componente urbano que interacciona con el mismo, que sufre permanentes modificaciones producto del constante crecimiento urbano (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2004).

1.6.3 Base de datos. Conjunto de información organizada sistemáticamente. En la terminología propicia de las bases de datos hay tres conceptos claves dentro de las tablas de campo, registro y datos. Un campo es cada uno de los tipos de datos que se van a usar. Se hace referencia a los campos por su nombre: un registro está formado por el conjunto de información particular, un dato es la intersección entre un campo y un registro (Rey, 2008).

1.6.4 Ubicación espacial arbórea. Está relacionado con la distribución o la localización de los árboles en un paisaje o superficie. En los sistemas de información geográfica (SIG). Una referencia espacial es una correferencia de coordenadas en dos o tres dimensiones o un nombre codificado, que vincula la información a un único punto en la superficie de la tierra, de ahí las referencias espaciales (Salazar, 2006).

1.6.5 Sistema de información geográfica, SIG. El uso de la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG) ha sido ampliamente establecido en muchas áreas para el manejo de los recursos naturales, pero su implementación en el manejo arbóreo urbano apenas está emergiendo, en especial en los países en desarrollo. La capacidad de los SIG en el almacenamiento, recuperación y

manipulación de datos espaciales, hacen de estos sistemas una herramienta ideal para el inventario y manejo de los árboles urbanos logrando con ello obtener datos visuales y poder relacionar los más variados datos espaciales de diferentes géneros, obteniendo así respuestas integradas para los problemas que plantean las zonas verdes urbanas de una manera rápida y económica, el empleo del SIG, permite el ingreso fácil y organizado de los datos recolectados en campo que permite la exploración, la visión, la actualización y el análisis de los registros en una base de datos mediante una herramienta fácil de manejar. (Otoya y Sanchez 2005)

1.7 Recursos. Entre las herramientas que se emplean para realizar un diagnóstico silvicultural urbano se destacan técnicas e instrumentos de medición, cartográfica, conocimientos de botánica, urbanismo, manejo de GPS, entre otras, todas deben estar coordinadas en el espacio y en el tiempo, detrás de un mismo objetivo, lo que hace que un censo forestal urbano sea técnicamente una operación compleja, la cual aumentará en la medida que la superficie a ser inventariada sea mayor e incrementa la cantidad de variables a medir. Cuando la superficie a inventariar aumenta, al componente técnico se le suma el componente humano y las dificultades asociadas a él, como la capacitación, movilidad, instrumental. El recurso físico, técnicos y humanos fueron básicos para el desarrollo del trabajo (Cuadro 1)

Cuadro 1. Recursos detallados utilizados para el desarrollo del diagnóstico silvicultural y formulación de recomendaciones para el manejo del componente arbóreo Universidad del Cauca municipio de Popayán

| Descripción | Cantidad | Unidad |
|-----------------------------|----------|--------|
| 1. Servicios Personales | | |
| 1.1 Labor Docente | | |
| Asesor | 100 | Hrs |
| 1.2 labor estudiante | | |
| Investigadoras | 1920 | Hrs |
| Voluntarios | 1920 | Hrs |
| 2. Equipos | | |
| GPS etrex 30 | 1 | Un |
| Camara digital | 1 | Un |
| Computador | 2 | Un |
| Impresora | 1 | Un |
| Clinometro | 1 | Un |
| 3. Software | | |
| ArcGis | 1 | Un |
| 4. Materiales y Suministros | | |

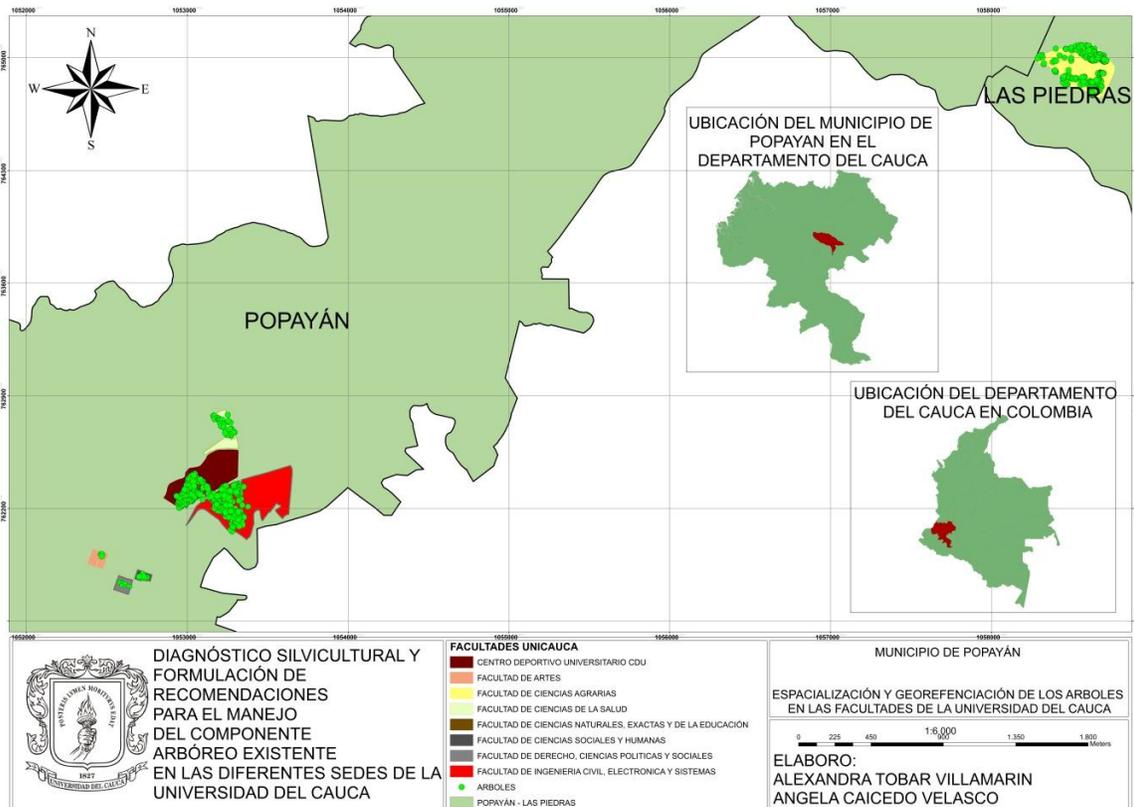
| Continuación cuadro 1 | | |
|-------------------------------|-------|-------|
| Pintura de aceite | 3 | Galón |
| Gasolina | 2 | Galón |
| Caja de lápiz | 1 | Caja |
| Tabla de apoyo para documento | 2 | Un |
| Cinta métrica | 4 | Un |
| Fotocopias | 4.000 | Un |

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Universidad del Cauca, en las sedes de Artes, Ciencias Agrarias, Ciencias de la Salud, Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Ciencias Humanas y Sociales, Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Ingeniería Civil e Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, y el Centro Deportivo Universitario de Tulcán, localizadas en el Municipio de Popayán Departamento del Cauca. (Figura 1).

Figura 1. Sedes de la Universidad del Cauca, Popayán, 2014.



2.2 DESARROLLO DEL TRABAJO.

El trabajo de investigación compendió seis etapas que consistieron en la revisión de información secundaria, realización del censo, generación de la base de datos, construcción del SIG, elaboración de las recomendaciones de manejo silvicultural y los costos a incurrir para la realización de dichas recomendaciones necesarias en el *Alma Mater*. (Figura 2).

Figura 2. Etapas del desarrollo del trabajo.



2.2.1 Información secundaria.

2.2.1.1 Información cartográfica. Se hizo una revisión de toda la información consistente en mapas digitales existentes de las diferentes sedes de la Universidad del Cauca a trabajar, identificando cada una de estas y la topografía de la zona.

Los planos fueron suministrados por la Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional de la Universidad del Cauca en formato Dwg (AutoCAD) a escala 1:2000, sirviendo como base para ubicar los árboles dentro de las facultades.

2.2.2 Levantamiento de información en campo. Este procedimiento se realizó para las Facultades de Ciencias Agrarias, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Ciencias de la Salud, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas y Sociales. Inicialmente se hizo un reconocimiento de las áreas de estudio, con el fin de alcanzar una idea general de la zona, de los individuos y de la infraestructura que se encuentra a su alrededor. Posteriormente se hicieron censos de pruebas con el fin de entrenar a los equipos y planear adecuadamente el recorrido para la realización del censo y la localización exacta de estas.

La recolección de información se inició en la facultad de Ciencias Agrarias por medio de un censo; como primera instancia se marcaron los individuos con pintura de aceite color blanco, se identificó su especie directamente en campo, en caso contrario se colectaron muestras se arborizaron, se llevaron al herbario de la Universidad del Cauca CAUP y se identificaron con claves botánicas y a cada uno se le tomaron atributos dendométricos (Anexo A).

Además se georreferenciaron los individuos por medio del gps Garmin Etrex30, este proceso se llevó a cabo ubicando el gps lo más cerca posible al fuste marcando un *waypoint*, cada nuevo punto tomo como nombre el número correspondiente a cada árbol marcado con pintura y su nombre común, el *map datum* utilizado fue WGS 84, este mismo procedimiento se realizó para las demás facultades de la Universidad del Cauca.

Se registraron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor a 10 centímetros de Diámetro a la altura del pecho-Dap, se excluyeron árboles, arbustos y plantas menores a esta medida, ya que al final del diagnóstico se hará una recomendación general para estos individuos y se determinara que tratamiento silvicultural se llevara a cabo, las plantas de jardinería, los tocones y los setos.

Los materiales empleados fueron planos, formularios, lápiz, lapicero, borrador, calculadora, tabla de apoyo, cinta métrica, hipsómetro, cámara fotográfica, pintura de aceite blanca (para marcar los árboles) y machete.

2.2.3 Sistematización de información de los formularios a la base de datos
Luego de finalizado el trabajo de campo, se procedió a organizar la información en tablas en el programa Microsoft Excel, y seguido a esto se enlazo el *shape* con la información. Al desplegar la información se puede ver las tablas de atributos que son las encargadas de almacenar la información descriptiva de las especies

arbóreas como sus datos dendométricos, estado físico, sanitario y concepto técnico. Las filas representan los registros y estos permiten solo 160 caracteres por ello se utilizó un “alias” para así reducir el campo y las columnas fueron donde se incluyó la información específica estas.

Los alias quedaron definidos de la siguiente manera

F1 = Estado físico de la copa - específico (ER-PAA-PAT-RS-Rb-CA-RP-RPC-No)
F2 = Estado físico-densidad de la copa (D-M-R)
F3 = Estado físico general de la copa (Bu-Re-Ma)
F4= Estado físico del fuste-específico (B-Bb-BB-FR-I-MI-To-Ac-DM-An-Oq-Dc-SB)
F5= Estado físico del fuste-específico (B-Bb-BB-FR-I-MI-To-Ac-DM-An-Oq-Dc-SB)
F6= Estado físico del fuste-general (Bu -Re-Ma)
F7= Estado físico raíz-específico (RD-PRA-PRT-Na)
F8= Estado físico raíz-general (Bu-Re-Ma)
F9= Estado físico-integral (Ps-Se-Su)
F10= Estado sanitario específico (Sa-En-CI-Go-Tu-Ho-Ag-PI-PL-Sen)
F11= Estado sanitario general-copa (Bu-Re-Ma)
F12= Estado sanitario general-fuste (Bu-Re-Ma)
F13= Estado sanitario general-raíz (Bu-Re-Ma)
F14= Observaciones - causas de intervención (ZP-MA-CE-IR-HX-PV-ESV-ID-DI)
F15= Observaciones-valor estético (Es-De-In-Ia)
F17= Observaciones-afectación urbana (Ni-Li-Mo-Sem-Sev)
F18= Observaciones-nivel de riesgo (Ni-Li-Mo-Sem-Sev)
F19= Concepto técnico (Ta-Co-Tra-PF-PE-PM-PR-Fe-TI)

2.2.4 Procesamiento de los datos del GPS. Se importaron las posiciones localizadas de todos los árboles obtenidos por medio del gps al programa *trackmaker*. Están son coordenadas únicas de localización de cada árbol que permiten saber la posición exacta de cada árbol y para generar el proceso geoespacial fue necesario transferirlas a *arcmap*

2.2.5. Implementación del SIG. Para la elaboración del sistema de información geográfico primero fue necesario que los planos de la Universidad del Cauca en formato DWG pasaran a convertirse en formato *shape* de la siguiente manera:

El archivo agregado posee varias capas: *Annotation, Point, Polyline, Poligon y Multipatch*, se desactivaron todas a excepción del *layer Polyline* ya que fue este con el cual se trabajó y se convirtió a *shape*; este es un nivel de información que representa determinada fracción de la realidad así que se dio click derecho sobre

esta, se seleccionó *Data* y a continuación *export Data* (Figura 3) y se le asignó una ruta. (Figura 4)

Figura 3. Proceso para exportar la capa polyline

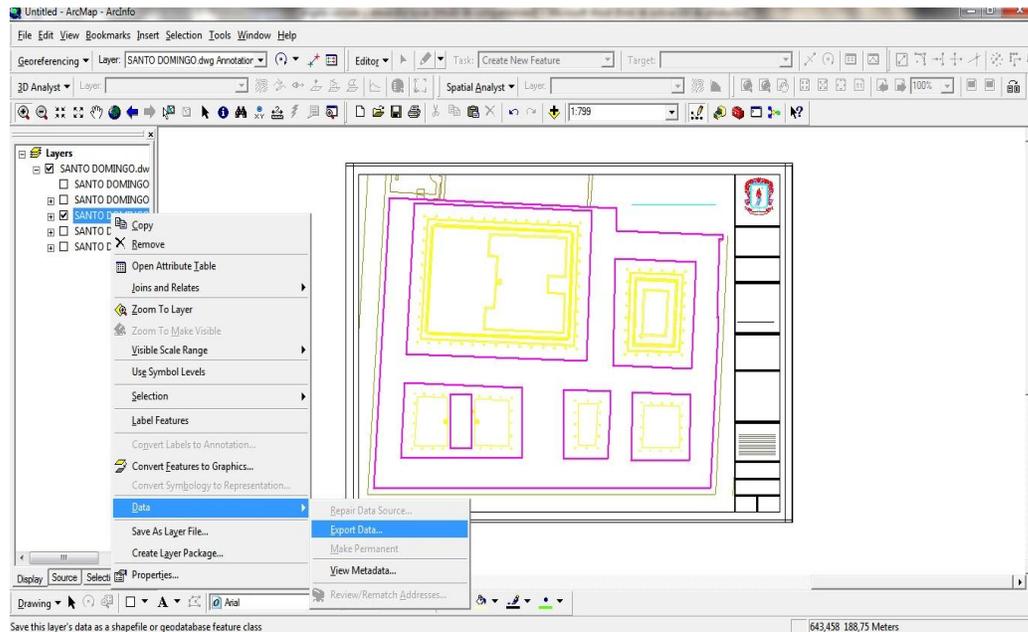
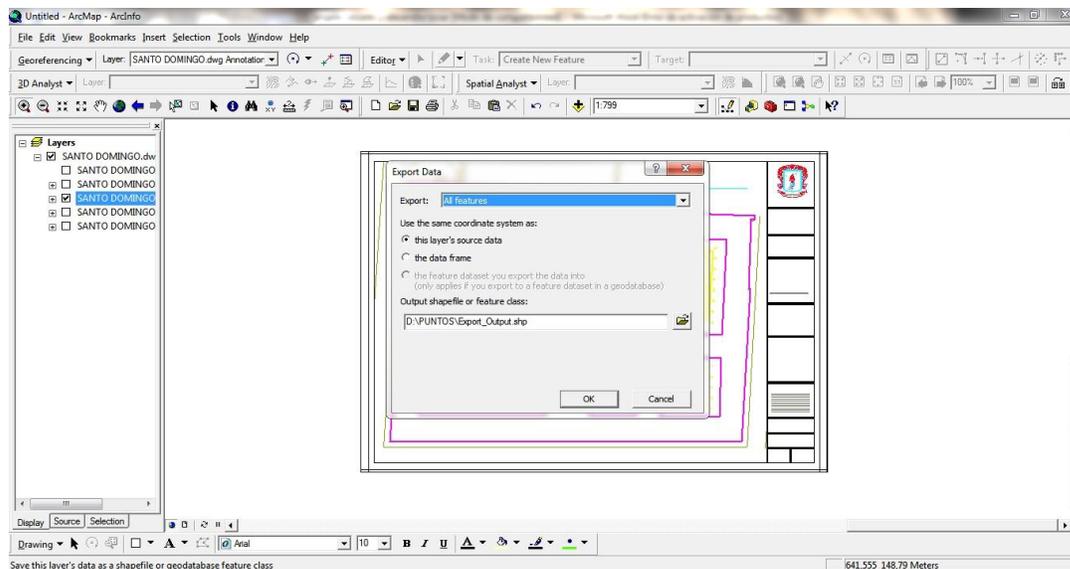


Figura 4. Selección de la ruta para guardar el shape



Al tener los planos convertidos en formato *shape* (Figura 5) se procedió a georreferenciarlos, es decir se asignaron coordenadas cartográficas a la imagen, en este caso los planos de la Universidad del Cauca; utilizando puntos de control cuyas coordenadas se conocen tanto en la imagen como en la cartografía de referencia, que fue la carta catastral del municipio de Popayán.

Para poder representarlo en un espacio cartográfico y que coincidiera con las coordenadas de los individuos tomados en campo, se le asignó el sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM) que se adapta a cualquier cobertura a nivel mundial (Figura 6)

Figura 5. Plano convertido en formato *shape*

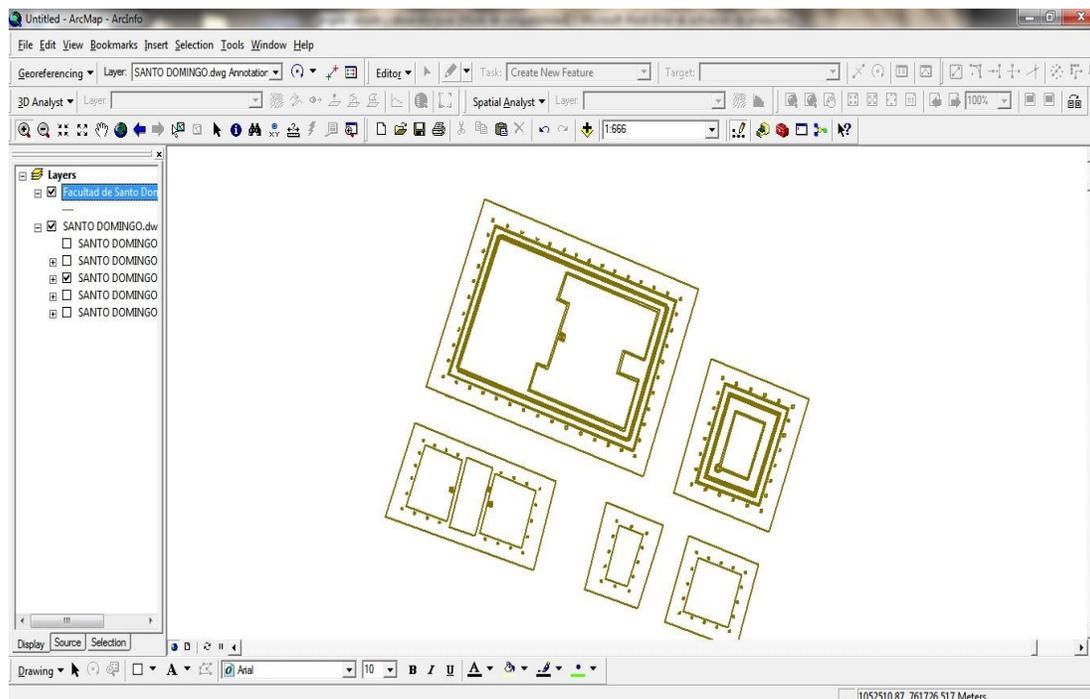
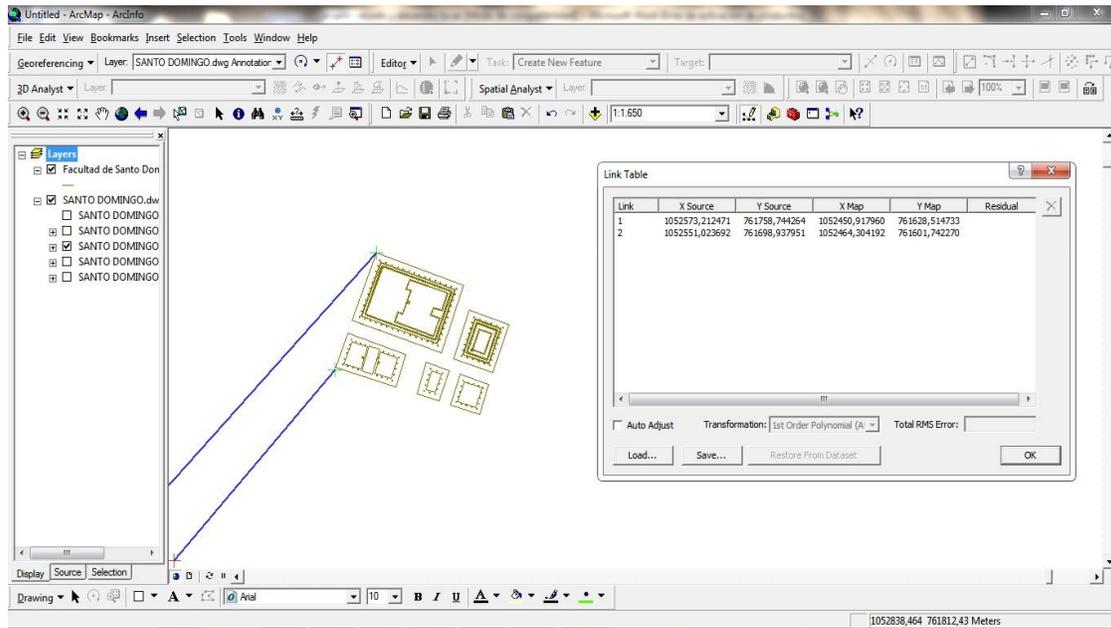
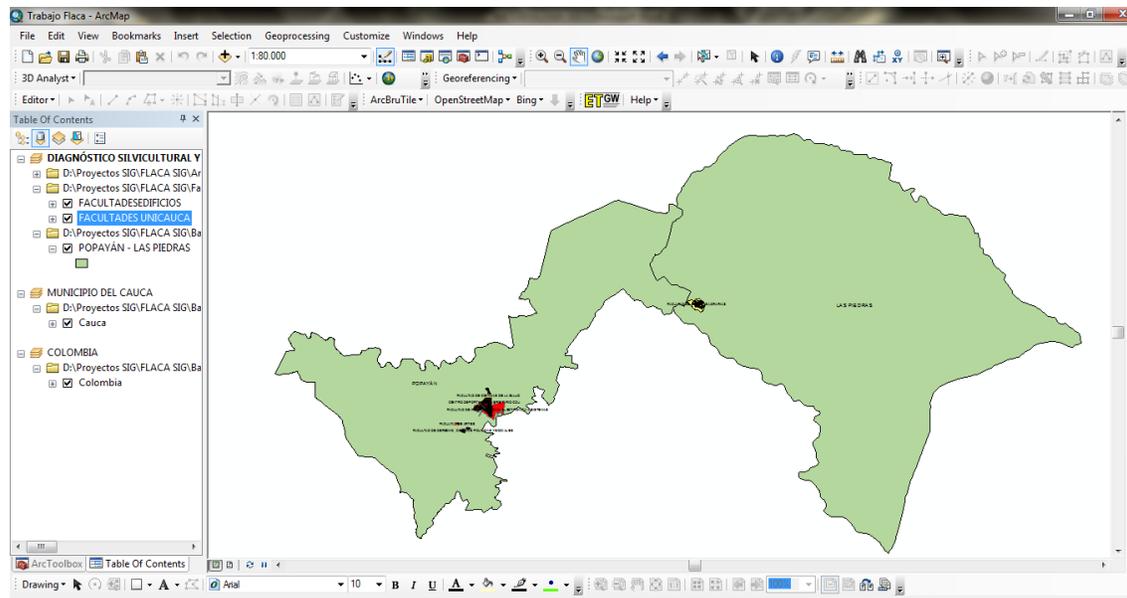


Figura 6 Georreferenciación de los planos en formato *shape*



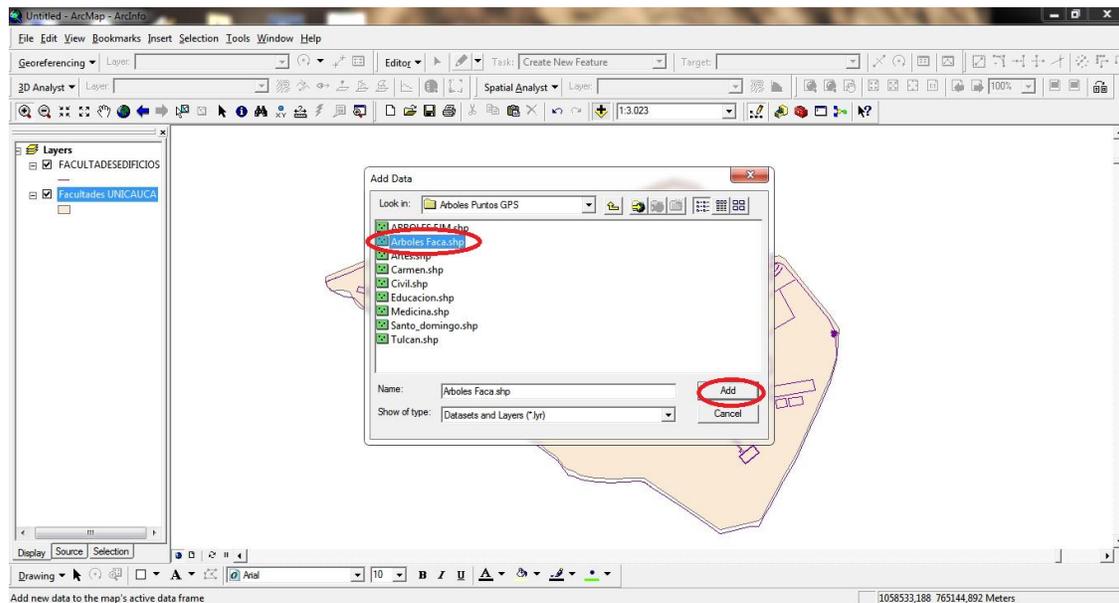
Al georreferenciar cada una de las facultades todas coincidieron con el polígono de referencia (Figura 7)

Figura 7. Facultades de la Universidad del Cauca dentro del polígono de referencia}



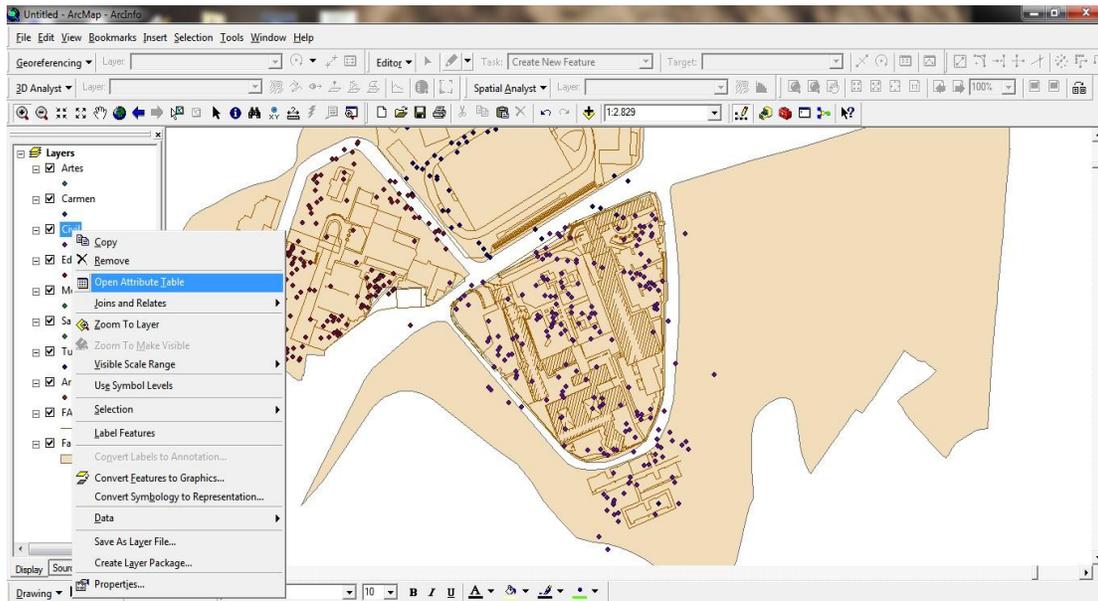
Seguido a esto se procedió a cargar los puntos o coordenadas planas de cada árbol así que se da click en *add data* y se selecciona la capa temática de los puntos y se da click en *add*, (Figura 8)

Figura 8. Carga de coordenadas a los *layers*



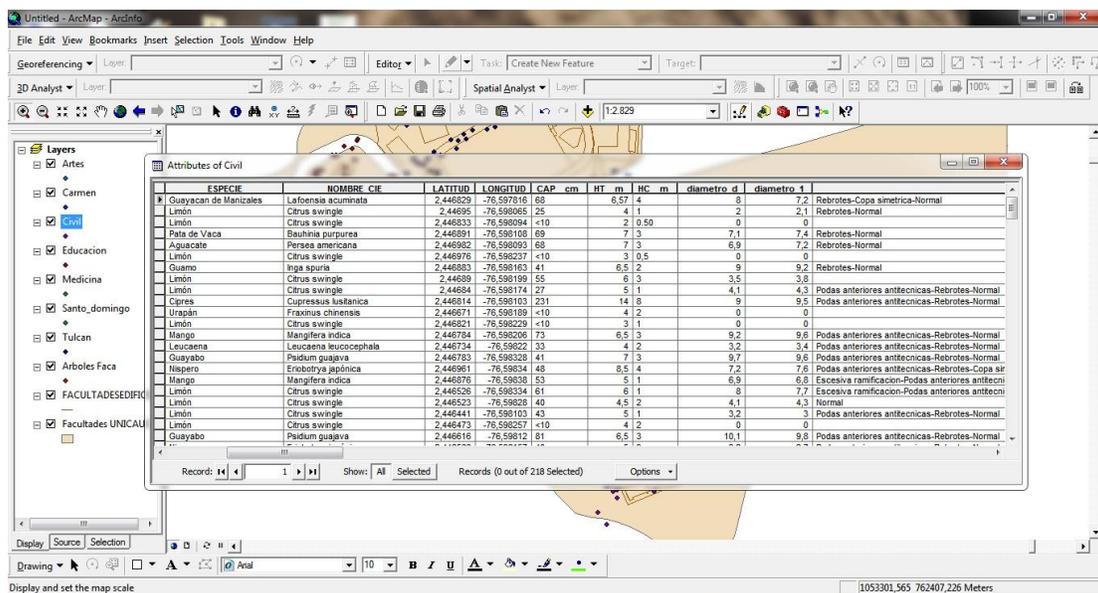
Automáticamente los puntos cargan en su respectiva posición geográfica localizando cada árbol de las diferentes sedes de la Universidad del Cauca. (Figura 9)

Figura 9. Shape a partir de las coordenadas geográficas



Seguido a esto se cruzó la información de la base de datos con los puntos ubicados en la cartografía, para que tuvieran su respectiva información, representada en la tabla de atributos para ello fue necesario dar click derecho en el layer y selecciono *open attribute table* desplegando así la tabla de atributos de las capas.(Figura 10)

Figura 10. Tabla de atributos



Teniendo las capas temáticas representadas espacialmente en la cartografía, con su respectiva información, se procedió a sacar los productos del SIG, siendo este un mapa final con toda la información existente en cada una de las Facultades de la Universidad del Cauca.

2.2.6 Diagnostico silvicultural. En la información contenida en la base de datos se logra evidenciar el estado silvicultural en el que se encontraron los individuos censados; para considerar el árbol como bueno, regular o malo se tuvo en cuenta las variables de estado físico y sanitario, observando así el árbol a una distancia determinada donde se lograra ver la copa, el fuste y la raíz de manera que se vieran los defectos o cualidades del individuo (Anexos A y B).

Para determinar el conflicto con el entorno que se presenta en la Universidad, se analizaron nueve variables (Anexo C) donde se evidenciaron los posibles conflictos que afectaban a la zona urbana universitaria.

Fue de suma importancia tener claros los conceptos que incluyen los formatos para así identificar de manera fácil en el árbol y lograr definir un concepto técnico acertado.

Gracias a la información obtenida, se determinó la cantidad de árboles existentes por estudiantes, se tuvieron en cuenta las facultades a excepción del Centro Deportivo Universitario Tulcán puesto que este no registra información ya que hay un flujo constante de personas tanto pertenecientes como ajenas a este. Para adquirir estas cifras se utilizaron datos del boletín estadístico 2012 que se encuentra en la página web de la Universidad del Cauca.

2.2.7. Recomendaciones de manejo. A partir del análisis de los datos, se hicieron recomendaciones técnicas. De acuerdo al diagnóstico silvicultural, se observó que la siembra y el mantenimiento de los árboles en las diferentes facultades la Universidad del Cauca, carecen de una orientación técnica; por ello, se establecieron un numero de recomendaciones que permitirán el manejo adecuado del material arbóreo dentro del *campus*, además las técnicas y normas que los empleados o el personal de mantenimiento deben de tener claras a la hora de realizar el trabajo silvicultural.

2.2.8. Determinación de costos. De acuerdo al diagnóstico silvicultural y las recomendaciones de manejo, se analizó el costo en el cual incurrirá el *Alma mater* en practicar técnicas silviculturales adecuadas como tala, traslado, poda en formación, Poda de estabilidad, poda de mejoramiento, poda radicular, Fertilización y Tratamiento integral.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Base de datos.

Terminada la recolección de la información por medio del trabajo de campo se realizó la sistematización de la misma dando como resultado una base de datos en *arcmap*, en ella están incluidos los atributos dendométricos, silvicultural, físico-sanitarios, conflicto con el entorno y el concepto técnico de cada uno de los individuos censados, esta se podrá actualizar y así el personal del *alma mater* le podrá dar el uso requerido.

3.2 Sistema de información geográfico.

Se generó la localización geográfica de los individuos y se asoció con la base de datos dando como resultado un sig de las sedes de la Universidad del Cauca; Facultad de Ciencias Agrarias (Figura 11), Ciencias de la Salud, Facultad ciencias Exactas, Naturales y de la Educación, Centro Deportivo Universitario, Facultad de Ingeniería Civil, Electrónica y Sistemas, (Figura 12), Facultad de Artes, Derecho, Ciencias Políticas y Sociales. (Figura 13)

Gracias a la herramienta de edición que ofrece Argis se pueden adicionar nuevos individuos en el plano digital, así como borrar individuos ya ubicados. La información adquirida tanto en los planos digitales como en la base de datos siempre podrá consultarse de manera sencilla y actualizarse rápidamente.

Algunas consultas generales pueden referirse a diferentes aspectos tales como:

Nombre vulgar, nombre científico, familia, ubicación geográfica respectiva de cada árbol, características dendrometrías, estado físico, estado sanitario y concepto técnico (Figura 14)

Figura 11. Facultad de Ciencias Agrarias municipio de Popayán, 2014

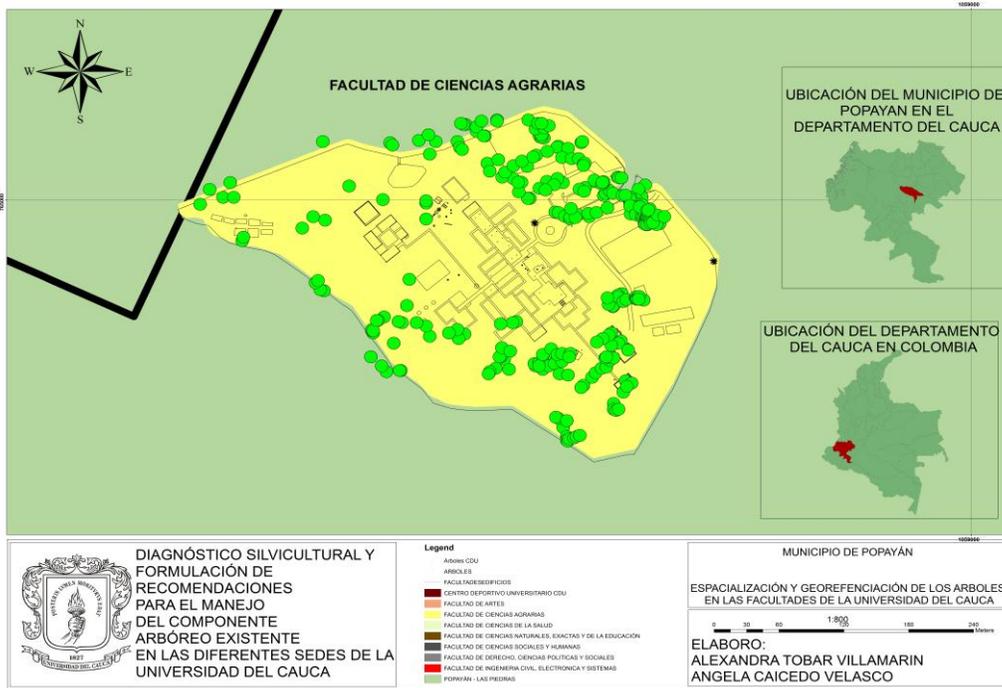


Figura 12 Facultades sector antiguo Liceo, Pomona y Centro Deportivo Universitario municipio de Popayán, 2014

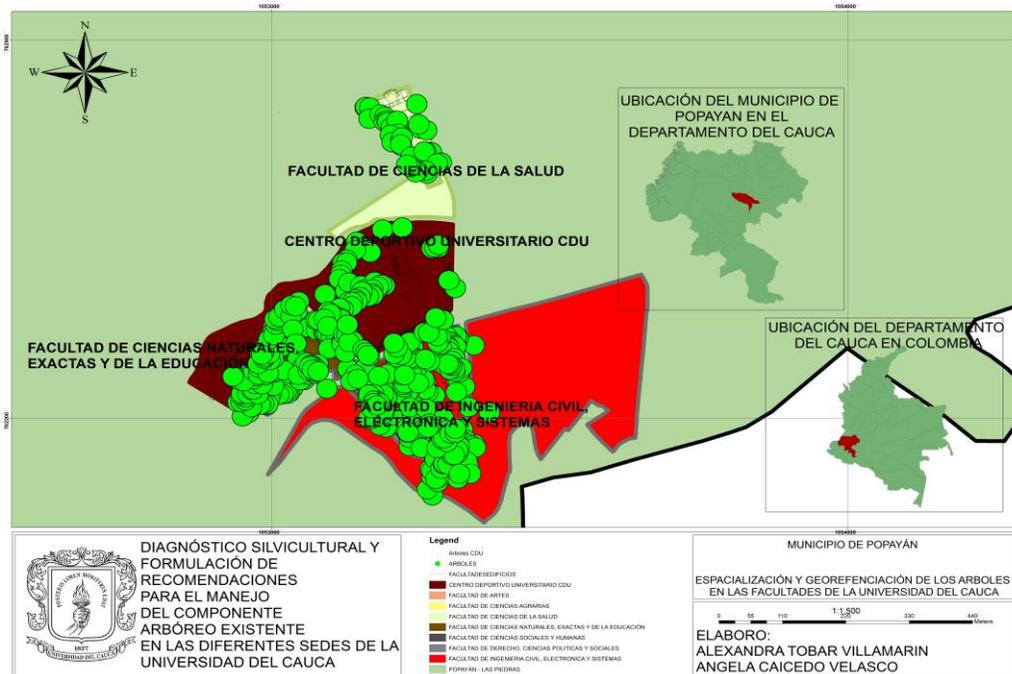
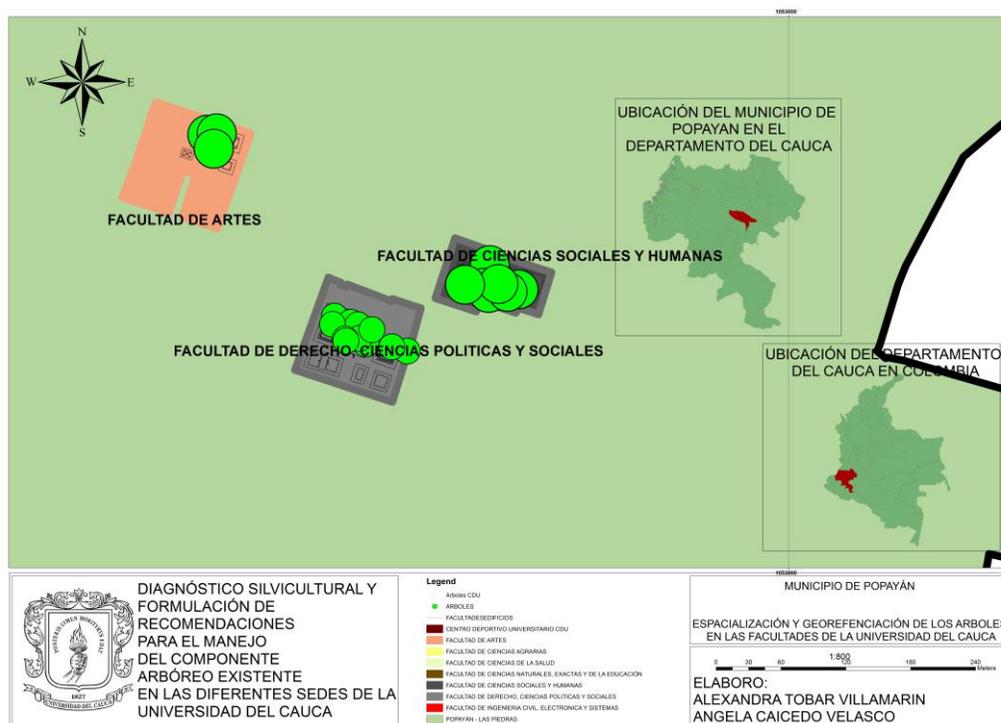


Figura 13 Facultades sector centro histórico municipio de Popayán, 2014



3.3 Diagnostico silvicultural.

De acuerdo al censo realizado en las sedes de la Universidad del Cauca los árboles fueron caracterizados como puntos y se les asignó una numeración única, permitiendo así su identificación más exacta. Se encontraron 924 individuos pertenecientes a 34 familias, 52 géneros y 53 especies, dentro de estos se registraron las 5 especies más abundantes que fueron: *Leucaena leucocephala* con 126 individuos representados por el 13.6%, *Fraxinus chinensis* con 75 individuos lo que expresa el 8.1%, *Liquidambar styraciflua* 62 individuos con un porcentaje de 6.7%, *Quercus humboldtii* alcanzó los 56 individuos que representan un 6% y *Psidium guajava* con 45 individuos con un 4.9% total de la población, la mayoría de estas especies representan un gran valor estético para el lugar donde se encuentran puesto que brindan belleza paisajística a la zona, cabe resaltar que aportan beneficios sociales y ambientales ya que un buen porcentaje de la población arbórea se encuentra en un estado silvicultural bueno expresados en el 86.1% y no demuestran peligro alguno.

Se encontró que en las Facultades donde se hallaron las mejores condiciones silviculturales para la población arbórea, fueron las que representan menor cantidad de individuos, tales como Artes, Derecho, Ciencias Políticas y Sociales

Ciencias de la Salud, Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Ciencias Humanas y Sociales, y el Centro Deportivo Universitario de Tulcán. La Facultad de Ciencias Agrarias posee 366 árboles de los cuales 21 (5,7%) se encontraron enfermos, al tener esta cantidad hace que no se preste el adecuado manejo silvicultural, mientras que en las otras Facultades al poseer menos, se facilita este trabajo encontrándose mejor establecidos en cuanto a su desarrollo físico y sanitario.

En la evaluación realizada a cada uno de los individuos censados se logró identificar el conflicto con el entorno que presenta cada uno de estos por medio de nueve variables de las cuales dos fueron las más significativas ya que representaban un mayor porcentaje de individuos afectados; estas fueron cercano a estructura con un porcentaje de 24.9% y altura excesiva para el lugar de siembra 36.9% para toda la población arbórea.

Debido a la cantidad de árboles se optó por generar una relación entre el número de individuos que le podrían pertenecer a cada estudiante de acuerdo al dato calculado en general fue: 0.09 árboles/estudiantes, observando un déficit bastante representativo.

Se clasificaron los individuos encontrados en especies nativas con el 36.8% e introducidas con el 62.5% (ANEXO D).

3.4. EVALUACIÓN SILVICULTURAL Y CONFLICTO CON EL ENTORNO DE LAS SEDES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Al formar una base de datos en *arcmap* se generaron variedad de ventajas, el acceso inmediato, ordenamiento de datos, casos y especies, sirvieron para explorar mejor el comportamiento de los individuos en las facultades que componen la Universidad del Cauca.

3.4.1. Facultad de Artes. Se encontraron 4 individuos pertenecientes a 3 familias, 3 géneros y 2 especies representados así: *Quararibea cordata*, *Psidium guajava* y *Pseudophoenix sp.* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies arbóreas de la Facultad de Artes, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de Individuos | % de individuos |
|----|---------------|----------------------|----------------|------------------|-----------------|
| 1 | MALVACEAE | <i>Quararibea</i> | <i>cordata</i> | 1 | 25 |
| 2 | MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | 1 | 25 |
| 3 | Muerto en pie | | | 1 | 25 |
| 4 | ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | <i>Sp</i> | 1 | 25 |
| | | | | 4 | 100 |

3.4.1.1 Estado silvicultural de los Individuos. El 75% de los individuos se encuentra en un estado silvicultural sano, mientras que el 25% se encontró que estaba muerto o enfermo.

3.4.1.2 Conflicto con el entorno. Se encontró el 50% de los individuos representan conflicto con el entorno, el conflicto más reportado es cercano a estructura con el 50%, seguido de altura excesiva para el lugar de siembra con el 25%.

3.4.2 Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Se encontraron 11 individuos pertenecientes a 4 familias, 4 géneros y 3 especies, la especie más abundante fue la *Pseudophoenix sp* con 8 individuos seguida de las especies *Eriobotrya japonica* *Yucca elephantipes* y *Eugenia victoriana* con 1 individuo respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de Individuos | % de individuos |
|----|--------------|----------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 | ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | <i>sp</i> | 8 | 72.7 |
| 2 | ROSACEAE | <i>Eriobotrya</i> | <i>japonica</i> | 1 | 9 |
| 3 | ASPARAGACEAE | <i>Yucca</i> | <i>elephantipes</i> | 1 | 9 |
| 4 | MYRTACEAE | <i>Eugenia</i> | <i>victoriana</i> | 1 | 9 |
| | | | | 11 | 100 |

3.4.2.1 Estado silvicultural de los Individuos. El 100% de los individuos se encuentra en buenas condiciones silviculturales, representadas en su mayoría por la especie *Pseudophoenix sp*.

3.4.2.2 Conflicto con el entorno Para la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales se registró que el 72.7% de los individuos presentan un conflicto con el entorno puesto que se encontraron cercanos a estructuras siendo la especie *Pseudophoenix sp* la más representativa en esta única causa de intervención. Se observó que los 11 individuos no representan ninguna afectación urbana y tampoco nivel de riesgo alto.

3.4.3 Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales. En esta facultad se encontraron 16 individuos pertenecientes a 8 familias, 10 géneros y 10 especies, las especies con mayor abundancia fueron *Calliandra tweedii*, *Pseudophoenix* con 3 individuos respectivamente, seguidas de la especie *Citrus swingle* con 2 individuos (Cuadro 4).

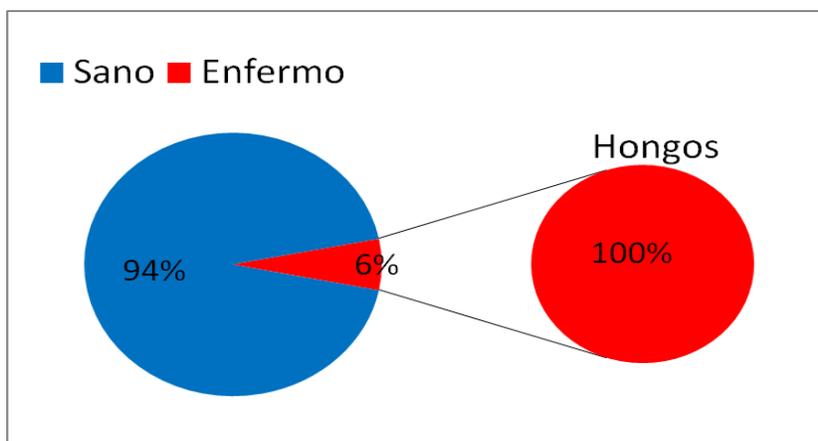
Cuadro 4. Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. Especies arbóreas de la Facultad de Derecho.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de Individuos | % de individuos |
|----|---------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | ARAUCARIACEAE | <i>Araucaria</i> | <i>excelsa</i> | 1 | 6.25 |
| 2 | ARECACEAE | <i>Pseudophoe nix</i> | <i>sp</i> | 3 | 18.75 |
| 3 | ANACARDIACEAE | <i>Mangifera</i> | <i>indica</i> | 1 | 6.25 |
| 4 | MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | 1 | 6.25 |
| 5 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>swingle</i> | 2 | 12.5 |
| 6 | PODOCARPACEAE | <i>Podocarpus</i> | <i>oleifolius</i> | 1 | 6.25 |
| 7 | FABACEAE | <i>Calliandra</i> | <i>tweedii</i> | 3 | 18.75 |
| 8 | BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>chrysantha</i> | 1 | 6.25 |
| 9 | BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | 1 | 6.25 |
| 10 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>sinensis</i> | 1 | 6.25 |
| 11 | MYRTACEAE | <i>Eugenia</i> | <i>victoriana</i> | 1 | 6.25 |
| | | | | 16 | 100 |

3.4.3.1 Estado silvicultural de los Individuos

El 94% de los individuos se encuentra en un buen estado silvicultural, representados en su mayoría por la especie *Pseudophoenix sp* y el 6% se reporto enfermo, siendo los hongos la causa de la afectación. (Figura 13)

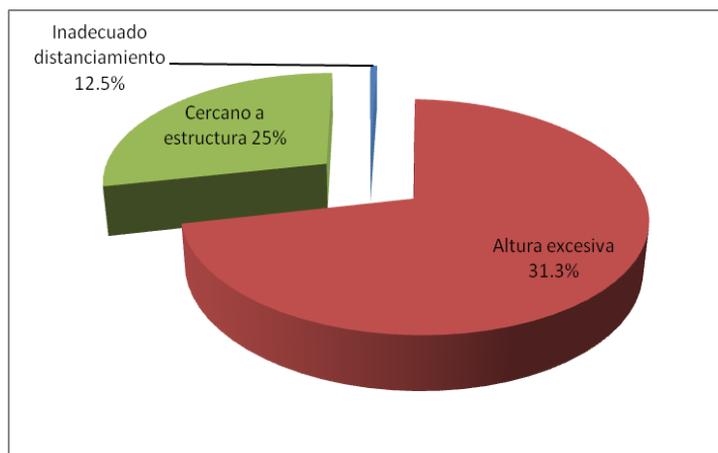
Figura 14 Estado silvicultural de los individuos de la Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



3.4.3.2 Conflicto con el entorno

Para la Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales se identificaron tres causas de intervención que señalaron que el 81.3% de los individuos requieren de algún tipo de control silvicultural, representados de la siguiente manera: el 25% de los individuos están cercanos a estructuras, el 31.3% se encuentran con altura excesiva para el lugar de siembra y el 12.5% reportaron inadecuado distanciamiento (Figura 15).

Figura 15 Conflicto con el entorno, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



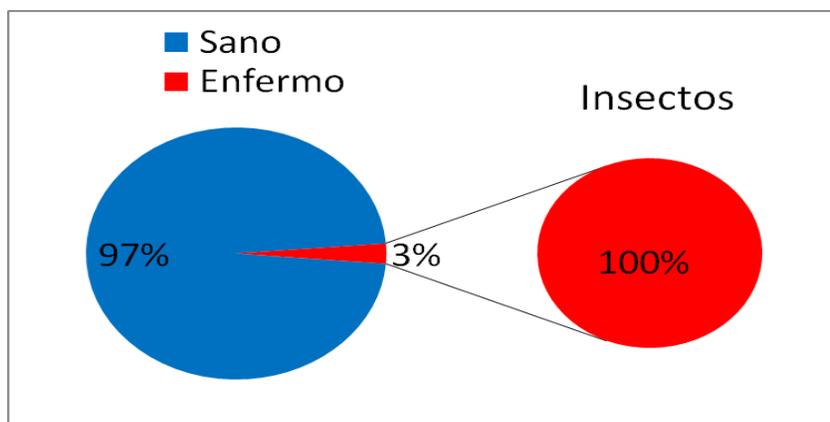
3.4.4 Facultad de Ciencias de la Salud. En esta Facultad se encontraron 38 individuos pertenecientes a 16 familias, 18 géneros y 17 especies (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de individuos | % de individuos |
|-----------------------|--------------|------------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 | BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | 7 | 18.42 |
| 2 | JUGLANDACEAE | <i>Juglans</i> | <i>neotropica</i> | 3 | 7.9 |
| 3 | ASPARAGACEAE | <i>Yucca</i> | <i>elephantipes</i> | 1 | 2.6 |
| 4 | ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | <i>sp</i> | 1 | 2.6 |
| 5 | LAURACEAE | <i>Persea</i> | <i>americana</i> | 2 | 5.2 |
| 6 | FABACEAE | <i>Leucaena</i> | <i>leucocephala</i> | 3 | 7.9 |
| 7 | MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | 2 | 5.2 |
| 8 | OLEACEAE | <i>Fraxinus</i> | <i>chinensis</i> | 1 | 2.6 |
| 9 | BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>rosea</i> | 2 | 5.2 |
| 10 | ANACARDIACE | <i>Mangifera</i> | <i>indica</i> | 1 | 2.6 |
| 11 | PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | 1 | 2.6 |
| 12 | LYTHRACEAE | <i>Lafoensia</i> | <i>acuminata</i> | 5 | 13.2 |
| 13 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>swingle</i> | 1 | 2.6 |
| 14 | ROSACEAE | <i>Eriobotrya</i> | <i>japonica</i> | 1 | 2.6 |
| 15 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>sinensis</i> | 2 | 5.2 |
| Continuacion cuadro 5 | | | | | |
| 16 | MALVACEAE | <i>Quararibea</i> | <i>cordata</i> | 1 | 2.6 |
| 17 | MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>variegata</i> | 3 | 7.9 |
| 18 | APOCYNACEAE | <i>Dracaena</i> | <i>dichotoma</i> | 1 | 2.6 |
| 19 | APOCYNACEAE | <i>Tabernaemontana</i> | | 1 | 2.6 |
| total | | | | 39 | 100 |

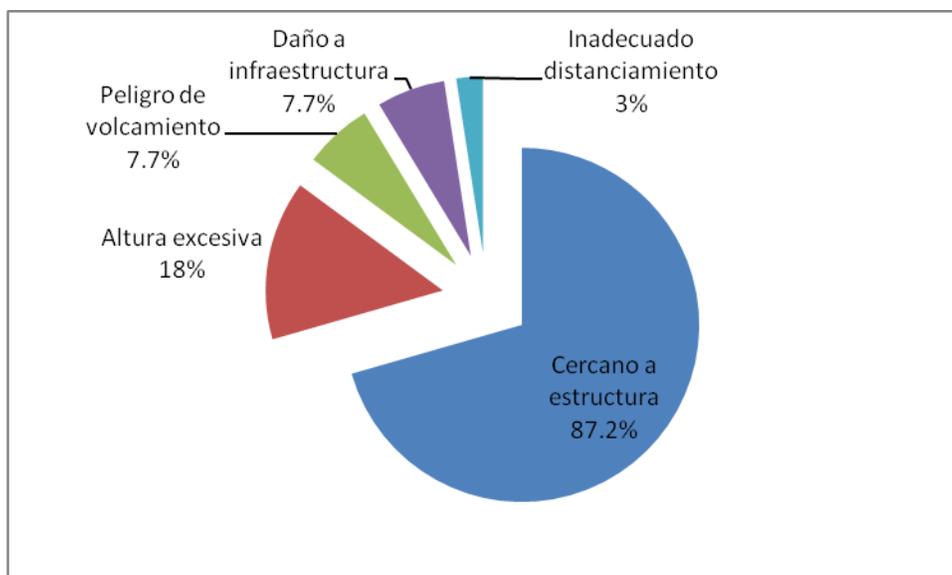
3.4.4.1 Estado silvicultural de los individuos. En la facultad de Ciencias de la Salud se encontró que el estado silvicultural fue sano con el 97% total de la población arbórea, el 3% restante se halló enfermo, para este estado se registraron las especies *Spathodea campanulata*, *Fraxinus chinensis*, *Psidium guajava*, puesto que se observaron presencia de insectos en estas especies. (Figura 16)

Figura 16. Estado silvicultural de los individuos de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



3.4.4.2 Conflicto con el entorno. Para la Facultad de Ciencias de la Salud se logró observar algunas causas de intervención distribuidas de la siguiente manera el 87.2% de los individuos estaban cercanos a estructuras, el 18% se hallaron con altura excesiva para el lugar de siembra, el 7.7% se identificó con peligro de volcamiento y con daño a infraestructura respectivamente y el 3% con un inadecuado distanciamiento (Figura 17).

Figura 17 Conflicto con el entorno, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



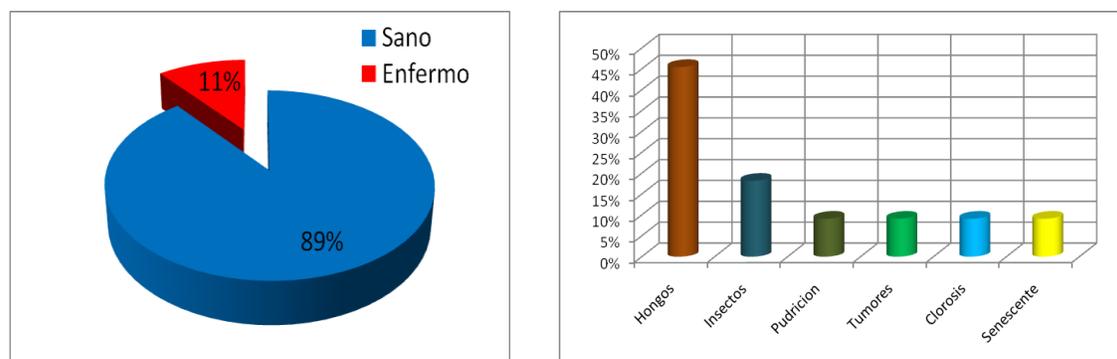
3.4.5 Centro Deportivo Universitario. En esta sede deportiva se encontraron 81 individuos pertenecientes a 9 familias, 10 géneros y 10 especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies arbóreas, del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de individuos | % de individuos |
|-------|---------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | OLEACEAE | <i>Fraxinus</i> | <i>chinensis</i> | 4 | 4.9 |
| 2 | BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>rosea</i> | 4 | 4.9 |
| 3 | ANACARDIACEAE | <i>Mangifera</i> | <i>indica</i> | 5 | 6.2 |
| 4 | CUPRESSACEAE | <i>Cupressus</i> | <i>lusitanica</i> | 5 | 6.2 |
| 5 | MYRTACEAE | <i>Eucalyptus</i> | <i>grandis</i> | 1 | 1.2 |
| 6 | ALTINGIACEAE | <i>Liquidambar</i> | <i>styraciflua</i> | 12 | 14.8 |
| 7 | FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>glauca</i> | 10 | 12.3 |
| 8 | BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | 7 | 8.6 |
| 9 | PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | 27 | 33.3 |
| 10 | PODOCARPACEAE | <i>Podocarpus</i> | <i>oleifolius</i> | 3 | 3.7 |
| 11 | | | Sp1 | 2 | 2.4 |
| 12 | | | Sp 2 | 1 | 1.2 |
| TOTAL | | | | 81 | 100 |

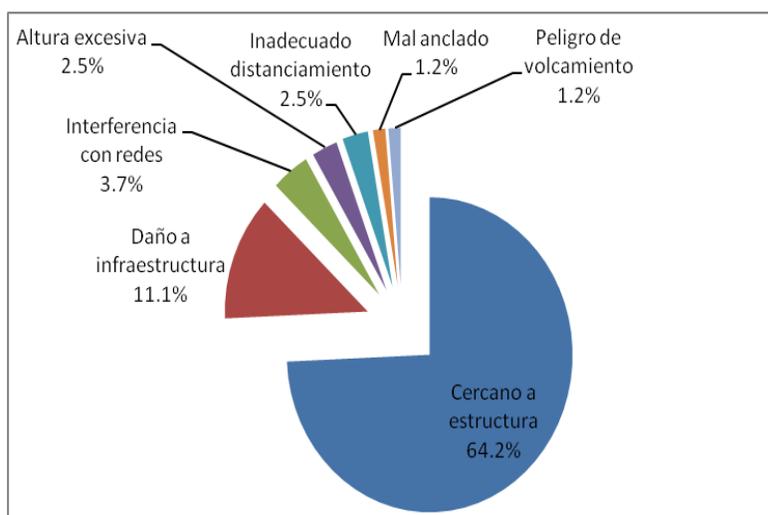
3.4.5.1 Estado silvicultural de los individuos. En el Centro Deportivo Universitario se registró que el 89% de la población arbórea se encuentra en un buen estado silvicultural mientras que el 11% restante se encontró enfermo, puesto que se hallaron varios signos de enfermedad, para especies como *Erythrina glauca*, *Tabebuia rosea* y *Cupressus lusitánica*. (Figura 18)

Figura 18. Estado silvicultural de los individuos y enfermedades del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



3.4.5.2 Conflicto con el entorno. Se encontraron algunas causas de intervención tales como: el 64.2% cercanos a estructuras, el 11.1% con daño a infraestructura, el 3.7% interferencia con redes, el 2.5% con altura excesiva para el lugar de siembra e inadecuado distanciamiento, respectivamente, el 1.2% mal anclado y con peligro de volcamiento, respectivamente (Figura 19).

Figura 19. Conflicto con el entorno del Centro Deportivo Universitario, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



3.4.6 Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. En esta facultad se encontraron 177 individuos, comprendidos entre 16 familias, 23 géneros y 24 especies. Las 5 especies más representativas fueron; Uparán (*Fraxinus chinensis*) con el 31,6% del total de la población, lo sigue el álamo (*Liquidambar styraciflua*) con el 17,5%, la palma (*Pseudophoenix*) con el 11,3%, guayabo (*Psidium guajava*) 7,3 % y Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) con el 6,2% (Cuadro 7).

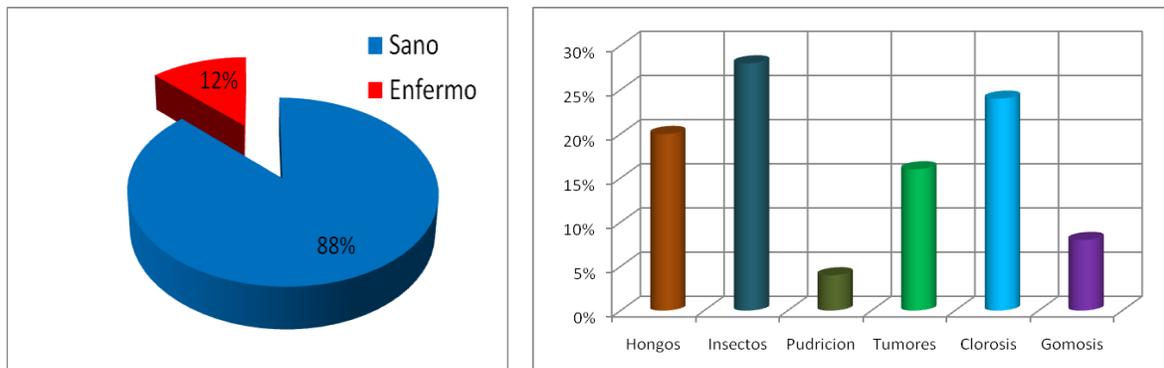
Cuadro 7. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | Genero | Especie | Nº de individuos | % de individuos |
|----|--------------|----------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1 | ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | <i>sp</i> | 20 | 11.29 |
| 2 | ROSACEAE | <i>Eriobotrya</i> | <i>japonica</i> | 7 | 3.9 |
| 3 | ALTINGIACEAE | <i>Liquidambar</i> | <i>styraciflua</i> | 31 | 17.51 |
| 4 | FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>glauca</i> | 11 | 6.21 |
| 5 | LYTHRACEAE | <i>Lafoensia</i> | <i>acuminata</i> | 1 | 0.56 |

| | | | | | |
|-------|------------------|-------------------|----------------------|-----|------|
| 6 | APOCYNACEAE | <i>Thevetia</i> | <i>peruviana</i> | 1 | 0.56 |
| 7 | FABACEAE | <i>Calliandra</i> | <i>tweedii</i> | 1 | 0.56 |
| 8 | OLEACEAE | <i>Fraxinus</i> | <i>chinensis</i> | 55 | 31.1 |
| 9 | MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | 13 | 7.3 |
| 10 | MYRTACEAE | <i>Myrcia</i> | <i>popayanensis</i> | 2 | 1.12 |
| 11 | MYRTACEAE | <i>Eucalyptus</i> | <i>grandis</i> | 3 | 1.7 |
| 12 | BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>rosea</i> | 3 | 1.7 |
| 13 | KCESALPINACEAE | <i>Bauhinia</i> | <i>purpurea</i> | 4 | 2.25 |
| 14 | KCESALPINACEAE | <i>Senna</i> | <i>spectabilis</i> | 4 | 2.25 |
| 15 | ANACARDIACEAE | <i>Mangifera</i> | <i>indica</i> | 2 | 1.13 |
| 16 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>swingle</i> | 1 | 0.56 |
| 17 | FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>poepigiana</i> | 1 | 0.56 |
| 18 | MELIACEAE | <i>Cedrela</i> | <i>montana</i> | 2 | 1.13 |
| 19 | BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | 2 | 1.13 |
| 20 | HIPPOCASTANACEAE | <i>Billia</i> | <i>colombiana</i> | 1 | 0.56 |
| 21 | CUPRESSACEAE | <i>Cupressus</i> | <i>lusitanica</i> | 3 | 1.7 |
| 22 | FABACEAE | <i>Leucaena</i> | <i>leucocephala</i> | 3 | 1.7 |
| 23 | ARAUCARIACEAE | <i>Araucaria</i> | <i>excelsa</i> | 1 | 0.56 |
| 24 | BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>chrysantha</i> | 1 | 0.56 |
| 25 | BIGNONIACEAE | <i>Delostoma</i> | <i>integrifolium</i> | 3 | 1.7 |
| 26 | | | | 1 | 0.56 |
| TOTAL | | | | 177 | 100 |

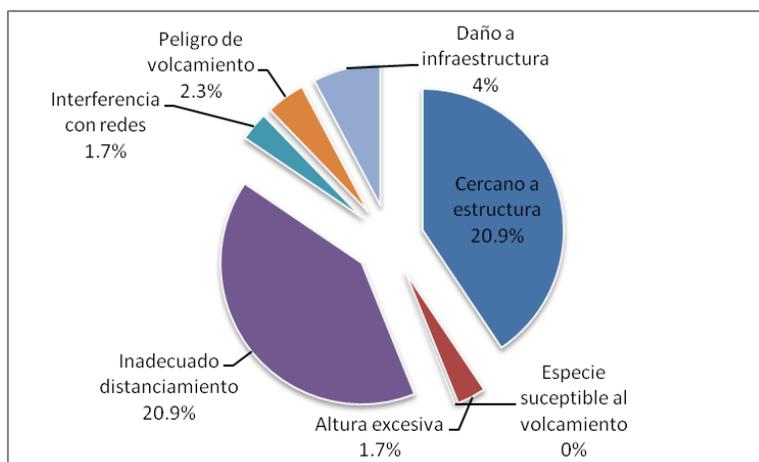
3.4.6.1 Estado silvicultural de los individuos. En la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación se logró apreciar que el estado silvicultural de los individuos fue el siguiente: sano para el 88% de la población arbórea y enfermo para el 12% restante y las enfermedades reportadas más comunes entre las especies (Figura 20)

Figura 20. Estado silvicultural de los individuos y enfermedades de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, municipio de Popayán.



3.4.6.2 Conflicto con el entorno. Para la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación se registraron algunas causas de intervención distribuidas en los siguientes porcentajes: cercano a estructuras e inadecuado distanciamiento 20.9% respectivamente, altura excesiva para el lugar de siembra e interferencia con redes 1.7% respectivamente, daño a infraestructura 4% y peligro de volcamiento 2.3% (Figura 21).

Figura 21. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.



3.4.7 Facultad de Ingeniería Civil. Se encontraron 230 individuos pertenecientes a 21 familias, 32 géneros y 38 especies, de los cuales las especies más representativas fueron: Limón (*Citrus swingle*) con el 11%, Guayabo (*Psidium guajava*) con el 10%, álamo (*Liquidambar styraciflua*) con el 8%, Mango (*Mangifera indica*) con el 7% y el Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) con el 7% (Cuadro 8).

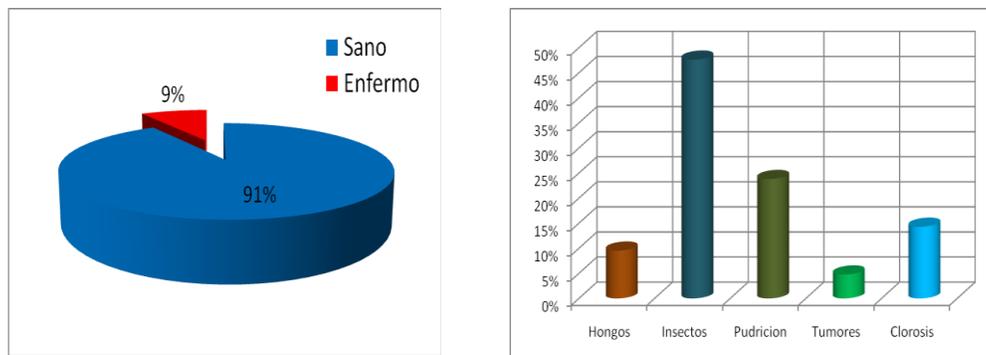
Cuadro 8. Especies arbóreas de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Nº | Familia | genero | Especie | Nº de individuos | % de individuos |
|----|----------------|-------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 | LYTHRACEAE | Lafocursivaensia | Acuminata | 4 | 1.73 |
| 2 | RUTACEAE | Citrus | Swingle | 26 | 11.30 |
| 3 | KCESALPINACEAE | Bauhinia | Purpurea | 5 | 2.17 |
| 4 | LAURACEAE | <i>Persea</i> | <i>Americana</i> | 14 | 6.08 |
| 5 | FABACEAE | <i>Inga</i> | <i>Spuria</i> | 7 | 3.04 |
| 6 | CUPRESSACEAE | <i>Cupressus</i> | <i>Lusitánica</i> | 2 | 0.86 |
| 7 | OLEACEAE | Fraxinus | Chinensis | 12 | 5.21 |
| 8 | ANACARDIACEAE | Mangifera | Indica | 15 | 6.52 |
| 9 | FABACEAE | Leucaena | <i>Leucocephala</i> | 9 | 3.91 |
| 10 | MYRTACEAE | Psidium | Guajava | 24 | 10.43 |
| 11 | ROSACEAE | Eriobotrya | Japónica | 7 | 3.04 |
| 12 | MORACEAE | <i>Artocarpus</i> | <i>Atilis</i> | 1 | 0.43 |
| 13 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>reticulata</i> | 5 | 2.17 |
| 14 | FABACEAE | Calliandra | <i>tweedii</i> | 8 | 3.47 |
| 15 | MYRSINACEAE | <i>Myrsine</i> | <i>coriacea</i> | 2 | 0.86 |
| 16 | KCESALPINACEAE | Senna | <i>spectabilis</i> | 8 | 3.47 |

| Continuación cuadro 8 | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------------------|----------------------|-----|------|
| 17 | PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | 5 | 2.17 |
| 18 | MYRTACEAE | Eucalyptus | <i>grandis</i> | 6 | 2.60 |
| 19 | ARAUCARIACEAE | Araucaria | <i>excelsa</i> | 2 | 0.86 |
| 20 | ALTINGIACEAE | <i>Liquidambar</i> | <i>styraciflua</i> | 19 | 8.2 |
| 21 | BIGNONIACEAE | Tabebuia | <i>chrysantha</i> | 8 | 3.47 |
| 22 | MALVACEAE | <i>Quararibea</i> | <i>cordata</i> | 1 | 0.43 |
| 23 | ARECACEAE | Pseudophoenix | <i>sp</i> | 2 | 0.86 |
| 24 | MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>benjamina</i> | 1 | 0.43 |
| 25 | RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>sinensis</i> | 6 | 2.60 |
| 26 | MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>caucana</i> | 2 | 0.86 |
| 27 | FABACEAE | | | 17 | 7.39 |
| 28 | FABACEAE | Pithecellobium | <i>guachapele</i> | 1 | 0.43 |
| 29 | CUNONIACEAE | <i>Weinmannia</i> | <i>pubescens</i> | 1 | 0.43 |
| 30 | ASPARAGACEAE | <i>Yucca</i> | <i>elephantipes</i> | 1 | 0.43 |
| 31 | ANACARDIACEAE | <i>Spondias</i> | <i>purpurea</i> | 1 | 0.43 |
| 32 | MALVACEAE | <i>Ochroma</i> | <i>pyramidale</i> | 1 | 0.43 |
| 33 | SALICACEAE | <i>Salix</i> | <i>babylonica</i> | 1 | 0.43 |
| 34 | BIGNONIACEAE | Delostoma | <i>integrifolium</i> | 1 | 0.43 |
| 35 | MYRTACEAE | <i>Syzygium</i> | <i>malaccense</i> | 1 | 0.43 |
| 36 | ANNONACEAE | <i>Annona</i> | <i>cherimola</i> | 1 | 0.43 |
| 37 | FABACEAE | Erythrina | <i>poeppigiana</i> | 1 | 0.43 |
| Continuación cuadro 8 | | | | | |
| 38 | PIPERACEAE | <i>Piper</i> | <i>aduncum</i> | 1 | 0.43 |
| 39 | MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>variegata</i> | 1 | 0.43 |
| Total | | | | 230 | 100 |

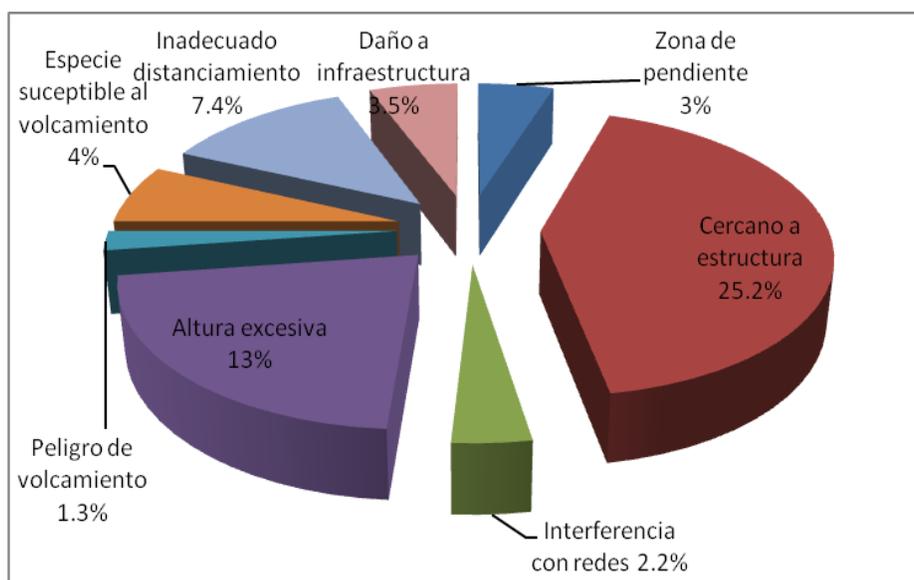
3.4.7.1 Estado silvicultural de los Individuos. En la Facultad de Ingeniería Civil se observó que el 91% de la población arbórea se encuentra en un estado silvicultural sano, y el 9% restante se reportó enfermo. (Figura 22)

Figura 22. Estado silvicultural de los Individuos y enfermedades de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.



3.4.7.2 Conflicto con el entorno. En la Facultad de Ingeniería Civil se registraron las siguientes causas de intervención: zona de pendiente 3%, cercano a estructura 25.2%, interferencia con redes 2.2%, altura excesiva para el lugar de siembra 13%, peligro de volcamiento 1.3%, especie susceptible al volcamiento 4%, inadecuado distanciamiento 7.4% y daño a infraestructura 3.5% (Figura 23).

Figura 23. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.



3.4.8 Facultad de Ciencias Agrarias. Se encontraron 366 individuos pertenecientes a 19 familias, 24 géneros y 24 especies, de los cuales se destacaron las cinco especies que mayor número de individuos poseen como son: Leucaena (*Leucaena leucocephala*) con 111 individuos, Roble (*Quercus humboldtii*) 56 individuos, Galvis (*Senna spectabilis*) 39 individuos, Ciprés (*Cupressus lusitanica*) 24 individuos y Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*) con 27 individuos (Cuadro 9).

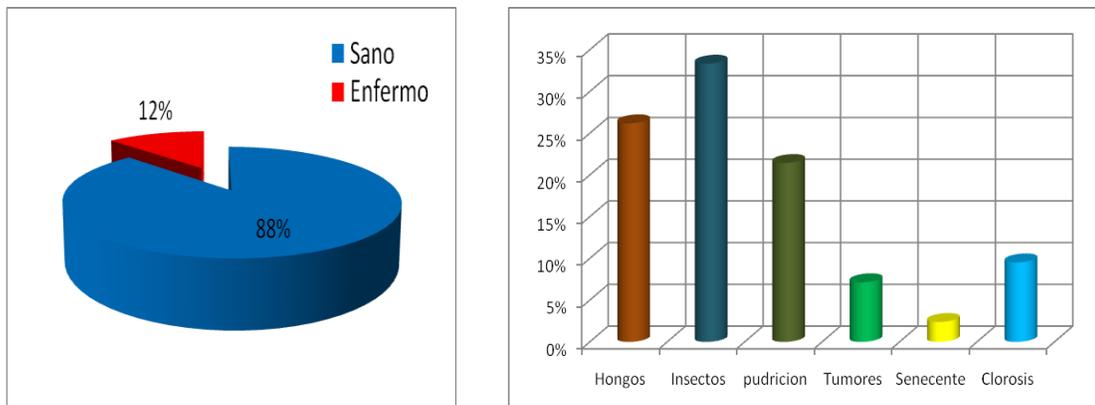
Cuadro 9. Especies arbóreas de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.

| Familia | Genero | Especie | Nº de individuos | % de individuos |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| FAGACEAE | <i>Quercus</i> | <i>humboldtii</i> | 56 | 15.30 |
| MELASTOMATACEAE | <i>Monochaetum</i> | <i>bonplandii</i> | 2 | 0.54 |
| PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | 16 | 4.37 |
| LYTHRACEAE | <i>Lafoensia</i> | <i>acuminata</i> | 27 | 7.37 |

| Continuación cuadro 9 | | | | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|-----|-------|
| FABACEAE | <i>Leucaena</i> | <i>leucocephala</i> | 111 | 30.32 |
| OLEACEAE | <i>Fraxinus</i> | <i>chinensis</i> | 3 | 0.81 |
| LAURACEAE | <i>Persea</i> | <i>americana</i> | 11 | 3.00 |
| KCESALPINACEAE | <i>Senna</i> | <i>pistacifolia</i> | 39 | 10.65 |
| JUGLANDACEAE | <i>uglans</i> | <i>regia</i> | 1 | 0.27 |
| EUPHORBIACEAE | <i>Alchornea</i> | <i>sp</i> | 8 | 2.18 |
| FABACEAE | <i>Inga</i> | <i>spuria</i> | 1 | 0.27 |
| MYRTACEAE | <i>Eucalyptus</i> | <i>grandis</i> | 8 | 2.18 |
| FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>glauca</i> | 6 | 1.63 |
| FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>edulis</i> | 5 | 1.36 |
| FABACEAE | <i>Acacia</i> | <i>mangium</i> | 1 | 0.27 |
| BETULACEAE | <i>Alnus</i> | <i>acuminata</i> | 12 | 3.27 |
| CUPRESSACEAE | <i>Cupressus</i> | <i>lusitanica</i> | 24 | 6.55 |
| JUGLANDACEAE | <i>Juglans</i> | <i>neotropica</i> | 2 | 0.54 |
| BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | 2 | 0.54 |
| BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>chrysantha</i> | 7 | 1.91 |
| MALVACEAE | <i>Ochroma</i> | <i>pyramidale</i> | 2 | 0.54 |
| ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | | 1 | 0.27 |
| TILIACEAE | <i>Heliocarpus</i> | <i>popayanensis</i> | 9 | 2.45 |
| SALICACEAE | <i>Salix</i> | <i>babylonica</i> | 1 | 0.27 |
| MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | 4 | 1.09 |
| URTICACEAE | <i>Cecropia</i> | <i>peltata</i> | 1 | 0.27 |
| NN | | | 2 | 0.54 |
| Muerto en pie | | | 3 | 0.81 |
| TOTAL | | | 366 | |

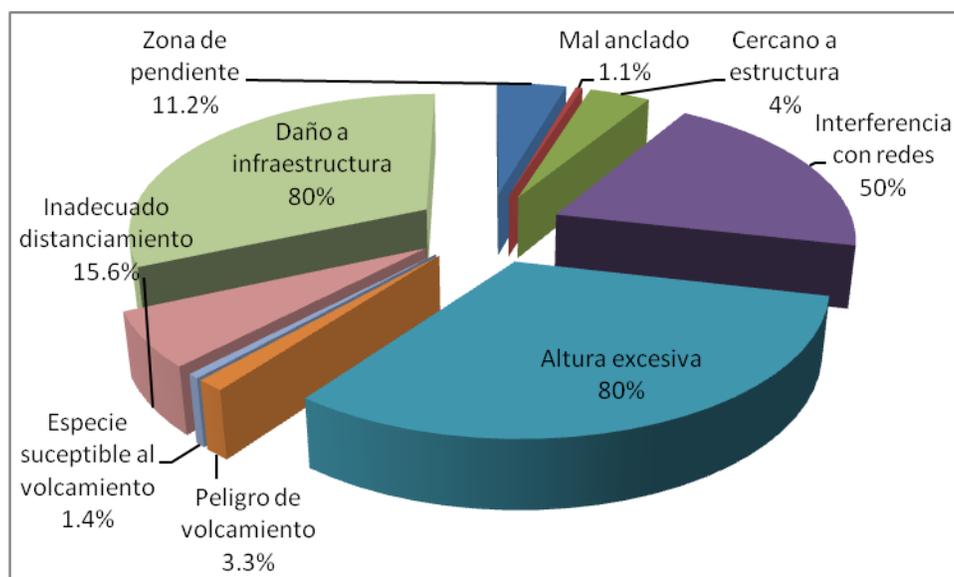
3.4.8.1 Estado silvicultural de los Individuos En la Facultad de Ciencias Agrarias se identificó que el 88% de los individuos están sanos y el 12% restante se encontraron enfermos (Figura 24).

Figura 24. Estado silvicultural de los Individuos y enfermedades de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.



3.4.8.2 Conflicto con el entorno. Se logró determinar las siguientes causas de intervención para la Facultad de Ciencias Agrarias con sus respectivos valores porcentuales así: zona de pendiente 11.2%, mal anclado 1.1%, cercano a estructura 9.8%, interferencia con redes 50.0%, altura excesiva para el lugar de siembra 80.0%, peligro de volcamiento 3.3%, especie susceptible al volcamiento 1.4%, inadecuado distanciamiento 15.6%, daño a infraestructura 80.0% (Figura 25).

Figura 25. Conflicto con el entorno en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Municipio de Popayán.



Se evidenció que la condición silvicultural para los individuos censados fue buena con el 86.1%, regular con un 12.31% y malo para el 6.6%, mientras que la investigación realizada por Chaux (2012), arrojó resultados como: bueno 63.28%, regular 33% y malo 8%. Estos difieren con los de la Universidad, si se tiene en cuenta las condiciones ambientales en las cuales se desarrollaron dichos estudios, cabe resaltar que en el diagnóstico silvicultural realizado en la Universidad del Cauca los resultados son mejores ya que los individuos no se encuentran expuestos a condiciones tan desfavorables tales como humo vehicular, construcción de pasacalles, andenes, avenidas y posibles infraestructuras que perjudican su progreso como si sucede en el estudio desarrollado por Chaux (2012).

El número total de árboles censados por Chaux (2012) fue 544 mientras que el realizado en las sedes de la Universidad del Cauca llega a 924. Chaux (2012) con

base a sus datos se puede deducir que a pesar de tener una menor cantidad de individuos estos presentaron resultados menos favorables en cuanto al estado silvicultural por la ubicación en la cual se encuentran.

Las especies más representativas en el estudio realizado en el *Alma mater*, fueron la *Leucaena leucocephala* con 126 individuos (13.6%) y *Fraxinus chinensis* con 75 individuos (8,1%) que son especies introducidas. Serna y Villanueva (2011) encontraron en su investigación *Tabebuia rosea* 21% y *Tabebuia chrysantha* 18.5% demostrando que las especies nativas tienen mayor número en parques y avenidas en el municipio de Popayán.

El porcentaje de especies nativas e introducidas fue de (36,8%) y (62,5%) respectivamente, es claro que el porcentaje más alto se distribuye en individuos con origen exótico, Serna y Villanueva (2011) encontraron especies nativas con un porcentaje de 57% mientras que las introducidas es de 42,6%. En las sedes de la Universidad del Cauca debería haber especies con vulnerabilidad a la extinción, siendo esta una estrategia para la conservación *in situ* de las especies nativas. Aunque también es importante conservar las especies exóticas como una representación de la flora mundial para que exista un equilibrio en el medio.

En cuanto al conflicto con el entorno según Chaux (2012), determinó la interferencia con redes como la mayor causa de intervención con un total de 125 individuos (23%), puesto que su investigación fue realizada en una zona pública urbana y fácilmente se encuentran este tipo de dificultades, mientras que en la presente investigación los resultados arrojados fueron que la mayor causa de intervención fue Altura excesiva para el lugar de siembra con 341 individuos (36.9%), ya que se realizó en un espacio cerrado donde las estructuras físicas son más comunes de encontrar.

La causa de intervención cercana a estructura comparada entre los dos estudios mencionados muestra una diferencia mediana significativa ya que Chaux (2012) arroja un resultado del 18% y el de la Universidad del Cauca un 24.9% es claro que este último fue realizado dentro del Campus Universitario siendo así más probable que exista una mayor afectación urbana.

Las podas anteriores antitecnicas fueron la principal causa de intervención para corregir los conflictos de los individuos censados en el municipio de la Plata Huila estudio realizado por Chaux (2012), al igual que en la Universidad del Cauca las podas antitecnicas fueron las más representativas a la hora de hacer el análisis de cada individuo (25.86%) es claro que estas labores en ambos casos fueron

realizadas sin las técnicas adecuadas por lo tanto son causantes de daño al individuo.

Como uno de los conceptos técnicos que se determinó para aplicar a los individuos fue la eliminación o tala del mismo, según el estudio realizado en toda la Universidad del Cauca existen 118 individuos (12.8%) que necesitan este procedimiento, basándose en criterios como estado físico, estado sanitario, afectación urbana severa y nivel de riesgo severo, estos factores fueron determinantes para decidir el futuro de los individuos. La actividad deberá ser realizada en el menor tiempo posible para evitar daños a estudiantes, personal docente y administrativo y a la infraestructura.

Es de suma importancia que al realizar esta labor se cumplan las normas de seguridad y de trabajo en alturas según la resolución 1409 del 2012 expedida por el Ministerio de trabajo; necesarias para llevar a cabo este trabajo; el personal técnico debe de llevar consigo los elementos de protección personal pertinentes para así evitar algún tipo de accidente laboral. Seguido a esta actividad, se debe reemplazar la especie eliminada por una que cumpla las condiciones ambientales y se adapte fácilmente al lugar, además la relación con el entorno debe ser favorable no solo para las personas sino también para la fauna silvestre que habita en ellas.

Es necesario tener en cuenta los individuos que se encuentran en la Facultad de Ciencias Agrarias (*Leucaena leucocephala*) en el sector del parqueadero, esta especie en específico causa caída de hojarasca en exceso y eso se convierte en un gran problema para los usuarios del lugar, es ineludible buscar una pronta solución a este conflicto con prontitud.

Actualmente la Universidad del Cauca no cuenta con un sistema de información geográfico propio es por ello que se llevo a cabo cada uno de los pasos mencionados en la metodología para llegar finalmente a la creación de este, donde se encuentran todos los datos analizados de los individuos pertenecientes a cada una de las sedes de la Universidad. Serna y Villanueva (2011) presentaron un SIG con limitantes puesto que no se logran observar detalles de los individuos censados.

3.5 RECOMENDACIONES DE MANEJO SILVICULTURAL

Según los resultados obtenidos se recomienda realizar la práctica silvicultural de tala o eliminación del individuo ya que se encuentra en un estado irreversible de recuperación (118 individuos).

Se debe realizar podas de copa para dar estabilidad, formación y mejoramiento a los 564 Individuos ya que se encontraron excesos de ramaje que causan conflicto.

Uno de los conflictos que se presentó en la facultades de la Universidad del Cauca fueron árboles con sistema radicular extenso por ello es necesario realizar podas a estas, en total son 56 individuos que necesitan esta intervención.

Para los individuos menores de 10cm DAP y frutales (270 individuos) se recomienda realizar fertilización para mejorar su aspecto y su cosecha.

Son varios los individuos que presentaron plagas y enfermedades (69 individuos) por ello es de suma importancia aplicar insecticidas y fungicida foliar o inyectables para así evitar propagación hacia otras especies.

Buscar personal capacitado para realizar los tratamientos silviculturales de tala, traslado, poda en formación, poda de estabilidad, poda de mejoramiento, poda radicular, fertilización, tratamiento de plagas y enfermedades.

Se deben elaborar cronogramas para programar las actividades en las que se incurrirán para el manejo de los árboles sobre las facultades de la Universidad.

Al seleccionar las especies que se desean establecer se deben tener en cuenta recomendaciones tales como:

Se deberá conocer el tamaño que el árbol llegara a tomar en su edad adulta y el tamaño que adquirirán sus raíces, para decidir qué lugar es el adecuado para su siembra evitando las interferencias con redes eléctricas, alcantarillado o estructuras cercanas.

El diámetro de copa en estado adulto se deberá tener en cuenta a la hora de calcular el distanciamiento de siembra no solo entre ellos, sino también con respecto a techos y ventanas de estructuras.

Conocer que especies son más frágiles y que el viento podría dañar con facilidad como por ejemplo Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) y Tulipán africano (*Spathodea campanulata*). (Vargas & Molina, 2010)

Los árboles que produzcan frutos grandes no deberán sembrarse en lugares peatonales o parqueaderos.

Priorizar la siembra de especies nativas, encargadas de brindar refugio y conservación de fauna generando un equilibrio natural entre las distintas especies y siendo muchos más fáciles de cultivar y mantener, un ejemplo es el Arrayán (*Myrcia popayanensis*).

Evitar al máximo especies invasoras ya que estas pueden desplazar a las especies nativas generando mayor competencia y afectando el ciclo de nutrientes. Entre ellas encontramos presentes en la Universidad la *Ficus benjamina* que además genera conflicto con el entorno, el Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

Los árboles jóvenes se deben podar buscando un follaje equilibrado con un tronco único con ramas laterales, generando una integridad estructural y belleza escénica.

Los árboles antiguos deben de revisarse seguidamente en busca de oquedades, socavamientos basales, materia muerta, que los hace más vulnerables a vientos y posibles causantes de conflictos.

Realizar un seguimiento periódico a las especies arbóreas identificando problemas que quizás durante su desarrollo puedan presentar, para que así se tomen las medidas pertinentes a tiempo.

3.6 COSTOS REQUERIDOS PARA APLICAR LAS PRÁCTICAS SILVICULTURALES RECOMENDADAS.

Al tener claro cuáles son los individuos que necesitan tratamientos silviculturales se generaron los costos en los cuales incurrirá la Universidad al aplicarlos.

Para la aplicación de estos, el costo total de sesenta y cinco millones doscientos veintitrés mil seiscientos cuarenta y ocho mil pesos (**\$ 65.223.648 M/cte**) para las 924 individuos, incluyendo un valor de coordinación, transporte, comunicaciones, análisis de suelos, administración e imprevistos. (Anexo E)

▪

5. CONCLUSIONES

Los individuos que se encuentran en las mejores condiciones físicas son los pertenecientes a las Facultades con menos individuos, con un 86.1% a pesar de que poseen un número más pequeño de individuos en sus instalaciones.

Se encontró que las causas de intervención más representativas entre los individuos fueron Altura excesiva para el lugar de siembra (36.9%) y Cercano a estructura (24,9), ya que la mayoría de las facultades de la Universidad del Cauca tienen individuos sembrados a muy poca distancia de la estructura física y sobre pasan en altura representando un gran peligro a las personas que transitan estos sectores y podrían generar daños a la planta física.

Se encontró que en el *alma matter* el 12.8% de los individuos se debe realizar la práctica silvicultural de tala o eliminación, puesto que sus condiciones físicas y sanitarias no son las mejores y esta es la mejor opción de prevenir futuros accidentes y peligros para las personas y la estructura física.

Las podas de formación y de mejoramiento son las prácticas silviculturales más adecuadas a la hora de hacerle un mejoramiento al individuo (44.1%) y (15.6%) respectivamente, ya que estas dan un mejor aspecto al árbol y se corrige cualquier tipo de mal formación que este contenga.

En la Facultad de Ingeniería Civil se determinó que los arboles poseen una altura excesiva para el lugar de siembra (13%) representando así una gran dificultad a la hora de realizar alguna poda de mantenimiento o de estabilización para el individuo.

Se encontró un déficit del 0.09 árboles/estudiante en todas las sedes de la Universidad del Cauca, esto representa una tasa muy baja para la obtención de oxígeno útil para toda la población Universitaria.

El 91% de la población arbórea censada requiere algún tipo de mantenimiento silvicultural, ya sea por mejorar su aspecto físico, por controlar signos de enfermedad, porque están generando conflicto con el entorno o simplemente por mantenerse en la etapa de establecimiento de la especie.

En la facultad de ciencias agrarias se encontró que al tener la mayor cantidad de individuos (366) presentaron signos de enfermedad (5,7%) que a su vez impiden el establecimiento de especies como: *Senna spectabilis* y *Quercus humboldtii*.

Para la realización de las actividades silviculturales, la Universidad del Cauca incurrirá en un gasto de \$ 65.223.648 para las 924 especies censadas, cada vez que se realicen estas actividades, se deberá tener en cuenta los insumos y materiales que se necesitaran.

La elaboración del sistema de información geográfica facilitó la manipulación de la información, permitiendo, modificaciones a la base de datos y la ubicación espacial arbórea de cada individuo con sus atributos, dentro de las diferentes sedes de la Universidad

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de manejo silviculturales propuestas en el presente estudio deben ser tenidas en cuenta a la hora de realizar el trabajo en las diferentes sedes de la Universidad del Cauca; aplicarlas de una manera técnica, buscando el beneficio tanto para los individuos arbóreos, como para los estudiantes, personal y estructura física del *Alma mater*.

Utilizar la base de datos como una herramienta fundamental para la sistematización de los datos, obteniendo de una manera más fácil toda la información necesaria de cada árbol identificado y su concepto técnico.

Tener en cuenta los costos en los que se incurrirá al aplicar las técnicas silviculturales y así la universidad pueda brindar un presupuesto razonable para que estos trabajos se realicen a corto plazo evitando posibles afectaciones personales y estructurales.

Se debe generar una integración de la comunidad estudiantil y personal administrativo con el proceso que se pretende llevar a cabo, generando así mayor conciencia sobre la importancia y beneficios que trae el arbolado a la comunidad.

Las especies deben de estar sujetas a podas constantes o en lo posible a la eliminación paulatina, sobre todo las que se encuentran ubicadas en las zona de parqueo de los automóviles y peatonales como por ejemplo la facultad de Ciencias Agrarias e ingeniería Civil, evitando que caigan ramas u hojas que puedan producir algún tipo de daño a los vehículos o conductores, además es de suma importancia que sobre estos sectores no se seleccionen especies que produzcan frutos de tamaño considerable.

La base de datos y el sistema de información geográfico debe ser implementado por la Universidad del Cauca para facilitar el trabajo silvicultural que se pretende realizar.

BIBLIOGRAFÍA

BILLINGS, Ronald F. "identificación y control de insectos que dañan los árboles en Texas" Internet: (<<http://www.isahispana.com/treecare/resources/Identificaci%C3%B3n%20y%20control%20de%20insectos%20que%20da%C3%B1an%20%C3%A1rboles%20en%20Texas.pdf>>)

CARRERA, María. Árbol urbano en Popayán, 2002. p.96.

CAVALLARO, Sandra. Los ecosistemas urbanos. Buenos Aires: Ecogenisis ambiente y desarrollo territorial, 2005. p. 4.

CHAUX, Sudyany. Formulación de lineamientos técnicos a partir del censo forestal del componente arbóreo localizado en los parques y principales vías del área urbana del municipio de la Plata departamento del Huila. Trabajo de grado ingeniero forestal. Popayán Colombia. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Ingeniería Forestal. 2012. p. 19-29

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Resolución 1498 (23, julio, 2012). Por la cual establece el reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas. Diario oficial. Bogotá, D.C., 2012. no. 48.517. p. 1-38.

DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO. La silvicultura urbana y periurbana". Internet: (<<http://www.fao.org/docrep/u9300S/u9300s03.htm>>)

GARCÍA, Cosme. y LEDESMA, José. Censo forestal sistemático mejorado. 1ª Edición. Bolivia: edición Fabiola Clavijo 2008

GOMEZ, Isaura. Apoyo a las actividades realizadas por la alcaldía de Popayán a través de la oficina de grupo de aseo en aspectos relacionados con la silvicultura urbana Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Ingeniería Forestal. 2010. p. 15.

HOYOS, Miguel, Manual de Silvicultura urbana para Medellín. 1ª Edición. Medellín. Alcaldía de Medellín. Secretaria del medio ambiente, Medellín, 2007. P 14,158.

IZABARRAL, Carlos y VERA, Oscar. Pasos para una correcta Arborización. San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias. Paraguay. 2099. p. 2.

JARDIN BOTANICO JOSE CELESTINO MUTIS. CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO CIENTIFICO. Manual de arborización para Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000. p. 21-84.

KUCHELMEISTER, Guido. Y BRAATZ, S. 1993. Una nueva visión de la silvicultura urbana. *Unasyva*, 173: p. 3-12

LULEY, Cristopher J, identificación de tipo de podricion de la madera y hongos Xilofágos en arboles urbanos. En: *Arborist news*. Abril 2006, p. 2-5

MELO C, OMAR. A. Silvicultura de plantaciones: algunos elementos para su establecimiento y manejo. Ibagué: Universidad del Tolima, 1996. p. 30.

OTOYA, Leodan y Sánchez, Robinson. Aplicación de los sistemas de información geográfica (sig.) en la silvicultura urbana, caso municipio de envigado. Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales. 2005. p. 8-10.

PIRE, Eduardo F. Caída de árboles. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional. Revista Colombia forestal 6 (12). 2007. p.4

REY LOPEZ, Lina Paola. (2008). PDF. Base de datos. Internet: (<<http://www.galeon.com/ortihuela/acces.htm>>).

RIVAS, T. D. 2005. Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal. Universidad Autónoma Metropolitana. Tesis de doctorado. México.

SALAZAR AGREDO, Jorge (2006). PDF. Ubicación espacial. Disponible en internet. URL (<<http://www.answers.com>>).

SERNA, Jonathan y Villanueva, Andrés. Caracterización del componente arbóreo en parques y avenidas de la ciudad de Popayán. Trabajo de grado Ingeniero

Forestal. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Ingeniería Forestal. 2011. p. 19-25.

VARGAS, Bellanit y MOLINA, Luis Fernando cinco arboles urbanos que causan daños severos en la ciudad. En: Nodo. Julio-Diciembre, 2010, Vol. 5 No 9, p. 118

Anexo C. formulario diagnóstico de conflictos de individuos forestales con su entorno

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|--|----|----|----|----|-----|----|----|---|----------------|---|----|----|--|-------------------|--|-----|----|---|-----------------|-----|-----|----|-------|------------------|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
|  Universidad del Cauca Calle 5 No. 4 - 70 Tel. (572) 8209900 - Línea 018000 949020 - Popayán Colombia | | SISTEMA GESTIÓN INTEGRADO DE CALIDAD | | | | | | | | | | Versión: 01 Fecha de Aprobación: 19 de septiembre de 2013 | | | | |  Ingeniería Forestal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | FORMULARIO DIAGNOSTICO DE CONFLICTOS DE INDIVIDUOS FORESTALES CON SU ENTORNO | | | | | | | | | | Pág. 1 a 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | CONCEPTO TÉCNICO | | | | | | | | | |
| | CAUSAS DE INTERVENCIÓN | | | | | | | | | | VALOR ESTÉTICO | | | | | AFECTACIÓN URBANA | | | | | NIVEL DE RIESGO | | | | | | | | | | | | | | |
| | ZP | MA | CE | IR | HX | PV | ESV | ID | DI | Es | De | In | Ia | Ni | Li | Mo | Sem | Sev | Ni | Li | Mo | Sem | Sev | Ta | Co | Txa | PF | PE | PM | PR | Fe | TI | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAUSAS DE INTERVENCIÓN ZP Zona de Pendiente MA Mal Anclado CE Cercano a Estructura IR Interferencia con Redes HX Altura excesiva para el lugar de siembra PV Peligro de Volcamiento ESV Sp. Suscep. Volcamiento ID Inadecuado Distanciamiento DI Daño a Infraestructura | | | | | | | | | | VALOR ESTÉTICO Es Esencial De Deseable In Indiferente Ia Inaceptable | | | | | AFECTACIÓN URBANA Y NIVEL DE RIESGO Ni Ninguna Li Ligera Mo Moderada Sem Semisevera Sev Severa | | | | | CONCEPTO TÉCNICO Ta Tala Co Conservar Txa Traslado PF Poda de Formación(ornamentación) PE Poda de Estabilidad PM Poda de Mejoramiento(en conflicto) PR Poda Radicular Fe Fertilización Ta tratamiento integral (cirugía, tensores empernado, estabilización, tto plagas enfermedades) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Nombre | | | | | Cargo | | | | | Firma | | | | | | | | | | |

ANEXO D. Distribución de individuos reportados de acuerdo a la Familia, género y especie, en las sedes de la Universidad del Cauca Municipio de Popayán

| Familia | Genero | Especie | Origen | Uso |
|----------------|----------------------|---------------------|---------------|------------|
| MALVACEAE | <i>Quararibea</i> | <i>cordata</i> | Nativo | Frutal |
| MYRTACEAE | <i>Psidium</i> | <i>guajava</i> | Nativo | Frutal |
| ARECACEAE | <i>Pseudophoenix</i> | | Introducida | Ornamental |
| ROSACEAE | <i>Eriobotrya</i> | <i>japonica</i> | Introducida | Frutal |
| ASPARAGACEAE | <i>Yucca</i> | <i>elephantipes</i> | Introducida | Ornamental |
| MYRTACEAE | <i>Eugenia</i> | <i>victoriana</i> | Nativo | Frutal |
| ARAUCARIACEAE | <i>Araucaria</i> | <i>excelsa</i> | Introducida | Ornamental |
| ANACARDIACEAE | <i>Mangifera</i> | <i>indica</i> | Introducida | Frutal |
| RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>swingle</i> | Introducida | Frutal |
| PODOCARPACEAE | <i>Podocarpus</i> | <i>oleifolius</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Calliandra</i> | <i>tweedii</i> | Introducida | Ornamental |
| BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>chrysantha</i> | Introducida | Ornamental |
| BIGNONIACEAE | <i>Spathodea</i> | <i>campanulata</i> | Introducida | Ornamental |
| RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>sinensis</i> | Introducida | Frutal |
| JUGLANDACEAE | <i>Juglans</i> | <i>neotropica</i> | Nativo | Ornamental |
| LAURACEAE | <i>Persea</i> | <i>americana</i> | Introducida | Frutal |
| FABACEAE | <i>Leucaena</i> | <i>leucocephala</i> | Introducida | Forraje |
| OLEACEAE | <i>Fraxinus</i> | <i>chinensis</i> | Introducida | Ornamental |
| BIGNONIACEAE | <i>Tabebuia</i> | <i>rosea</i> | Introducida | Ornamental |
| PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | Introducida | Ornamental |
| LYTHRACEAE | <i>Lafoensia</i> | <i>acuminata</i> | Nativo | Ornamental |
| MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>variegata</i> | Introducida | Ornamental |
| APOCYNACEAE | <i>Dracaena</i> | <i>dichotoma</i> | Introducida | Ornamental |

| | | | | |
|------------------|------------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| | | | a | |
| APOCYNACEAE | <i>Tabernaemontana</i> | | Introducida | Ornamental |
| CUPRESSACEAE | <i>Cupressus</i> | <i>lusitanica</i> | Introducida | Maderable-Ornamental |
| MYRTACEAE | <i>Eucalyptus</i> | <i>grandis</i> | Introducida | maderable-Ornamental |
| ALTINGIACEAE | <i>Liquidambar</i> | <i>styraciflua</i> | Intrroducida | Ornamental-maderable |
| FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>glauca</i> | Nativo | Ornamental |
| APOCYNACEAE | <i>Thevetia</i> | <i>peruviana</i> | Introducida | Ornamental |
| MYRTACEAE | <i>Myrcia</i> | <i>popayanensis</i> | Nativo | Ornamental |
| KCESALPINACEAE | <i>Bauhinia</i> | <i>purpurea</i> | Introducida | Ornamental |
| KCESALPINACEAE | <i>Senna</i> | <i>spectabilis</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>poepigiana</i> | Nativo | Ornamental |
| MELIACEAE | <i>Cedrela</i> | <i>montana</i> | Nativo | Ornamental |
| HIPPOCASTANACEAE | <i>Billia</i> | <i>colombiana</i> | Nativo | Ornamental |
| BIGNONIACEAE | <i>Delostoma</i> | <i>integrifolium</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Inga</i> | <i>spuria</i> | Introducida | Frutal |
| MORACEAE | <i>Artocarpus</i> | <i>altilis</i> | Introducida | Ornamental |
| RUTACEAE | <i>Citrus</i> | <i>reticulata</i> | Introducida | Frutal |
| MYRSINACEAE | <i>Myrsine</i> | <i>coriacea</i> | Introducida | Ornamental |
| PINACEAE | <i>Pinus</i> | <i>patula</i> | Introducida | Ornamental |
| MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>benjamina</i> | Introducida | Ornamental |
| MORACEAE | <i>Ficus</i> | <i>caucana</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Pithecellobium</i> | <i>guachapele</i> | Nativo | Ornamental |
| CUNONIACEAE | <i>Weinmannia</i> | <i>pubescens</i> | Nativo | Ornamental |
| ANACARDIACEAE | <i>Spondias</i> | <i>purpurea</i> | Nativo | Frutal |
| MALVACEAE | <i>Ochroma</i> | <i>pyramidale</i> | Nativa | Ornamental |
| SALICACEAE | <i>Salix</i> | <i>babylonica</i> | Introducido | Ornamental |
| MYRTACEAE | <i>Syzygium</i> | <i>malaccense</i> | Nativo | Ornamental-Frutal |
| ANNONACEAE | <i>Annona</i> | <i>cherimola</i> | Introducida | Ornamental- |

| | | | | |
|-----------------|--------------------|---------------------|-------------|------------|
| | | | a | Frutal |
| PIPERACEAE | <i>Piper</i> | <i>aduncum</i> | Nativo | Ornamental |
| FAGACEAE | <i>Quercus</i> | <i>humboldtii</i> | Nativo | Ornamental |
| MELASTOMATACEAE | <i>Monochaetum</i> | <i>bonplandii</i> | Nativo | Ornamental |
| JUGLANDACEAE | <i>Juglans</i> | <i>regia</i> | Introducido | Ornamental |
| EUPHORBIACEAE | <i>Alchornea</i> | <i>sp</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Erythrina</i> | <i>edulis</i> | Nativo | Ornamental |
| FABACEAE | <i>Acacia</i> | <i>mangium</i> | Introducida | Maderable |
| BETULACEAE | <i>Alnus</i> | <i>acuminata</i> | Nativo | Medicinal |
| TILIACEAE | <i>Helicarpus</i> | <i>popayanensis</i> | Introducida | Ornamental |
| URTICACEAE | <i>Cecropia</i> | <i>peltata</i> | Nativo | Ornamental |

ANEXO E. Presupuesto detallado sobre los costos requeridos para aplicar las prácticas silviculturales recomendadas.

| Detalle | Cantidad | Unidad | Valor unitario | Valor total |
|--|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| 1. Personal | | | | |
| Coordinación y dirección | 180 | Horas | \$ 60.000 | \$ 10.800.000 |
| Ingeniero de campo | 7 | meses | \$ 2.700.000 | \$ 18.900.000 |
| Operarios (1200 jornales) | 5,0 | meses | \$ 1.050.000 | \$ 5.250.000 |
| Auxiliar administrativo (medio tiempo) | 8 | meses | \$ 300.000 | \$ 2.400.000 |
| Asesoría técnica especializada | 10 | días | \$ 100.000 | \$ 1.000.000 |
| Subtotal | | | | \$ 38.350.000 |
| 2. Equipos y maquinaria | | | | |
| Licencia ArcGis | 1 | programa | \$ 5.000.000 | \$ 5.000.000 |
| Camara digital | 1 | un | \$ 1.000.000 | \$ 1.000.000 |
| Computador | 1 | un | \$ 800.000 | \$ 800.000 |
| Impresora | 1 | un | \$ 270.000 | \$ 270.000 |
| Clinometro | 1 | un | \$ 480.000 | \$ 480.000 |
| Motosierras espada 110 cm | 1 | un | \$ 980.000 | \$ 980.000 |
| Motosierras espada 70 cm | 2 | un | \$ 480.000 | \$ 960.000 |
| Grua | 1 | Dia | \$ 2.000.000 | \$ 2.000.000 |
| Cama Baja | 1 | Dia | \$ 1.500.000 | \$ 1.500.000 |
| Subtotal | | | | \$ 12.990.000 |
| 3. Materiales e insumos | | | | |
| pintura de aceite | 3 | galon | \$ 37.200 | \$ 111.600 |
| Gasolina | 2 | galon | \$ 8.800 | \$ 17.600 |
| Papel | 4 | resmas | \$ 8.000 | \$ 32.000 |
| Cartuchos | 2 | global | \$ 50.000 | \$ 100.000 |
| caja de lápiz | 1 | caja | \$ 2.200 | \$ 2.200 |

| | | | | |
|---------------------------------|-------|--------------------|--------------|----------------------|
| tabla de apoyo para documento | 2 | un | \$ 9.000 | \$ 18.000 |
| Cinta metrica | 2 | un | \$ 20.000 | \$ 40.000 |
| Fotocopias | 3.000 | un | \$ 100 | \$ 300.000 |
| Palin | 8 | un | \$ 11.000 | \$ 88.000 |
| Machete | 8 | un | \$ 8.500 | \$ 68.000 |
| Lima | 8 | un | \$ 4.000 | \$ 32.000 |
| Fumigadora | 2 | un | \$ 140.000 | \$ 280.000 |
| Casco | 8 | un | \$ 15.000 | \$ 120.000 |
| Tijera podadora | 8 | un | \$ 24.000 | \$ 192.000 |
| SERRUCHO podador cola de milano | 8 | un | \$ 8.000 | \$ 64.000 |
| Guantes | 8 | un | \$ 14.000 | \$ 112.000 |
| Monogafas | 8 | un | \$ 6.000 | \$ 48.000 |
| Subtotal | | | | \$ 1.625.400 |
| fertilizante 10-30-10 | 10 | Bulto | \$ 79.500 | \$ 795.000 |
| Cal al 35% | 5 | Bulto | \$ 9.500 | \$ 47.500 |
| Cicatrizante Hormonal | 30 | Libra | \$ 23.000 | \$ 690.000 |
| Insecticida Roxion | 5 | Frasco x 250 cc | \$ 9.500 | \$ 47.500 |
| fungicida Carbendazin | 5 | Galón | \$ 54.000 | \$ 270.000 |
| Subtotal | | | | \$ 1.850.000 |
| 4. Otros | | | | |
| Valor de coordinación | | | \$ 1.000.000 | \$ 1.000.000 |
| Transporte | | | \$ 300.000 | \$ 300.000 |
| Comunicaciones | | | \$ 400.000 | \$ 200.000 |
| Análisis de suelos | 12 | un | \$ 160.000 | \$ 1.920.000 |
| Administración 7% | | | | \$ 4.076.478 |
| Imprevistos 5% | | | | \$ 2.911.770 |
| | | | | \$ 65.223.648 |

