Sustrato inmaduro en suelo y combustión de biomasa leñosa, a partir del aprovechamiento de residuos de corte de césped y poda de árboles

Trabajo de grado para optar el título de:

Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

Amalita Cardona Buitrago

Laura Sepúlveda Ospina

Asesora:

Pilar Verónica Pérez Ospina

Ingeniera Sanitaria

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ingenierías

Especialización en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

Caldas- Ant

2016

Contenido

	Pág.
Introducción	8
Justificación	10
Problema	14
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Marco teórico	17
Indicador	37
Trabajo de campo	39
Municipio de Rionegro	39
Municipio de Sonsón	47
Municipio de El Retiro	47
Municipio de La Ceja	49
Municipio de El Santuario.	50
Municipio de Marinilla	51
Alternativas Propuestas	53
Alternativa de aprovechamiento de biomasa como combustión leñosa.	57
Compostaje inmaduro para la recuperación de suelos.	58
Articulación de las alternativas con los planes, programas y proyectos de los municipios y la corporación ambiental	61
Programa de capacitación en el manejo adecuado de residuos de corte de césped y poda de árboles	62
Análisis y discusión	64
Conclusiones	68
Referencias	71

Figuras

Pág.

Figura 1. Caracterización agroquímica de restos de poda y césped 27
Figura 2. Manejo residuos orgánicos Área Metropolitana 32
Figura 3. Plan de acción cornare 54
Figura 4. Mapa de amenaza por movimiento en masa. 60
Figura 5. Mapa degradación ecosistémica. 61

Tablas

Pág.

Tabla 1. Generación residuos de poda y corte de césped Valle de Aburrá. 30

Tabla 2. Información de población y extensión de cada municipio de la jurisdicción de CORNARE 31

Tabla 3. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de El Retiro 34

Tabla 4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de El Retiro 34

Tabla 5. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Abejorral 35

Tabla 6. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Marinilla. 37

Tabla 7. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Santo Domingo. 38

Tabla 8. Equipos y maquinaria utilizada en las estaciones de clasificación 56

Fotos

Pág.

Foto 1. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Equipo de trabajo 40
Foto 2. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Equipo de trabajo 41
Foto 3. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Equipo de trabajo 41
Foto 4. Corte de césped dispuesto sobre las cunetas de la vía, sector Gualanday, Rionegro. Fuente: equipo de trabajo. 42
Foto 5. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: equipo de trabajo. 43
Foto 6. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: equipo de trabajo. 43
Foto 7. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: equipo de trabajo. 44
Foto 8. Sector Politécnico, municipio de Rionegro. Fuente: equipo de trabajo. 45
Foto 9. Restos de poda sobre la berma de las vía, barrio San Antonio, municipio de Rionegro. Fuente: equipo de trabajo. 45
Foto 10. Erradicación de árboles para la ampliación de una calzada, municipio de Rionegro. Fuente: equipo de trabajo. 46
Foto 11. Erradicación de árboles en predio privado del municipio de Rionegro. 46
Foto 12. Vereda Naranjal Bajo, municipio de Sonsón. 47
Foto 13. Botadero informal, municipio de El Retiro. 48
Foto 14. Botadero informal, municipio de El Retiro. 48
Foto 15. Botadero informal, municipio de El Retiro. 49
Foto 16. Botadero informal, vereda El Chuscal, municipio de La Ceja. 50
Foto 17. Botadero informal, vereda El Chuscal, municipio de La Ceja. 50
Foto 18. Residuos producto del mantenimiento de vías, El Santuario. Fuente: equipo de trabajo. 51

Foto 19. Poda de árboles vía Marinilla. Fuente: equipo de trabajo. 52

Foto 20. Erradicación de árboles para construcción de doble calzada, municipio de Marinilla. Fuente: equipo de trabajo. 52

Foto 21. Fuente: empresa Retirar, El Retiro. 56

Foto 22. Fuente: empresa Retirar, El Retiro. 56

Introducción

Hasta el momento, para los restos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, no se han encontrado mecanismos tecnológicos y económicamente viables en la región, que permitan un eficiente aprovechamiento de dichos residuos, lo cual a su vez, sea de uso y beneficio colectivo. Lo anterior se pudo evidenciar durante la revisión de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos- PGIRS- formulados en el año 2005 y los actualizados en el año 2015 para los municipios de la jurisdicción de CORNARE, en donde en términos generales los lineamientos de los programas de aprovechamiento y manejo de estos residuos vegetales, no son lo suficientemente pertinentes para atender las necesidades de las comunidades en cuanto al manejo y gestión adecuado de estos residuos que contribuya a la disminución de los impactos ambientales negativos.

Normalmente los residuos de corte de césped y poda de árboles son depositados en fuentes hídricas, en espacios públicos, y más aún, eliminados mediante la quema a cielo abierto; lo que está ocasionando deterioro y contaminación de los recursos naturales existentes en nuestra región.

Según Salamanca (2014, 9), las soluciones parciales que hasta ahora se han logrado no abarcan a todas las regiones del país y a la mayoría de las ciudades intermedias y menores, convirtiéndose por un lado en un tema político permanente que en la mayoría de casos genera conflictos sociales, y por el otro en una problemática social, de salud pública y contaminación ambiental.

El presente estudio propone como alternativas de manejo de los residuos en referencia el uso de hojarasca y corte de césped como sustrato y/o agregado para el

mejoramiento de suelos degradados, así como para la combustión y fuente de energía en la preparación de alimentos y sus derivados.

Una de las ventajas más importantes de la biomasa, consiste en que es el único que permite reemplazar carbón de forma sustentable, ya que su producción y utilización no genera incremento del CO_2 atmosférico y se constituye en una alternativa energética renovable viable, que utilizada con las tecnologías adecuadas, puede reemplazar en buena proporción el uso de combustibles fósiles (García, Ubaque *, et al.,* 2013, 2).

En cuanto al uso de hojarasca como sustrato para el suelo, se ha demostrado que las concentraciones de nutrientes tienden a ser mayores en las mismas que en los frutos y, a su vez, mayores en estos que en las ramas o en los culmos (Del Valle, Arango, 2003, 2), por lo que se convierte en una posibilidad para ser implementada en suelos degradados y con deficiencia de material orgánico para su posterior recuperación.

Con lo anterior, se pretende buscar soluciones que sean ambientalmente sostenibles y socialmente aceptables, tanto para los entes territoriales como las comunidades susceptibles de las intervenciones pretendidas.

Justificación

La presente propuesta de alternativas como biomasa leñosa y sustrato inmaduro; es importante para el avance, fortalecimiento y desarrollo socio-ambiental sostenible de los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE, en cuanto a la propuesta de manejo de residuos de restos de podas y corte de césped como alternativa de solución a un problema actual que se viene presentando por un manejo inadecuado de este tipo de residuos y la falta de gestión del mismo.

Actualmente el inadecuado manejo y disposición de este residuo es un problema que genera grandes preocupaciones por los impactos ambientales y sociales negativos que se derivan a consecuencia de la gestión inadecuada, debido a las quemas a cielo abierto, la ubicación de éstos en áreas públicas, fuentes hídricas y en rellenos sanitarios, reduciendo así su vida útil; además de ocasionar molestias y afectación a la calidad de vida de la comunidad por las prácticas antes mencionadas que se están ejecutando de manera incorrecta. Por esta razón es importante que desde la institucionalidad, se realicen análisis más profundos, que permitan el planteamiento de alternativas viables para que los diferentes actores desde los municipios y la región, puedan implementarlas en beneficio de la calidad de vida y de un entorno con condiciones ambientales más favorables para la Región.

A nivel social las alternativas que se proponen en el presente proyecto beneficia a las personas que requieren, sin ningún costo de la utilización de biomasa especialmente de los leños como fuente de energía para la preparación de alimentos para su dieta personal o para diferentes actividades económicas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades, y a su vez, impactando

positivamente el ambiente porque evita la extracción desmedida de los individuos en pleno proceso sucesional de áreas boscosas y pequeño relictos, beneficiando también al recurso suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) por la implementación del sustrato que se propone a partir del aprovechamiento de restos de poda y corte de césped; y a así mismo, se previenen afectaciones sobre los recursos naturales por el inadecuado manejo de estos residuos.

Este proyecto pretende que en cada uno de los municipios de la jurisdicción de CORNARE, se implementen y repliquen estas dos alternativas de manejo y aprovechamiento del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, que articuladas con actividades gubernamentales permitirán la disminución de todas las acciones inadecuadas de manejo mencionadas anteriormente, cuyos beneficios se verán reflejados en la recuperación de suelos degradados y/o con pocos nutrientes; garantizando una mayor regeneración natural por la preservación de individuos con potencial para abastecimiento de estufas leñeras y fábricas que requieren de esta fuente energética; mejorando el paisaje de los municipios por el adecuado manejo de estos residuos, lo cual también favorece la vida útil de los rellenos sanitarios, además del fortalecimiento de la cultura ambiental Municipal y Regional.

De acuerdo con la información que se tiene, actualmente en los 26 municipios de la jurisdicción no hay un proceso formal, donde se cuantifiquen las cantidades y se especifiquen los procedimientos necesarios, que permitan realizar el manejo adecuado de los residuos de corte de césped y podas, ni volúmenes de aprovechamiento o resultados obtenidos. En el municipio de El Retiro se avanza con la empresa de aseo Retirar en la recolección de estos residuos en algunas fincas de veraneo, pero no se

tienen datos de lo que se recoge y lo que se dispone en el relleno sanitario de La Pradera.

Las alternativas que se presentan en este proyecto tienen implicaciones prácticas que contribuirán con parte de la solución a este problema de manejo y gestión inadecuada de los residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, las cuales están dentro de los lineamientos considerados en la prestación del servicio público de aseo planteados en el Decreto 1077 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto único Reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio el cual compila los siguientes artículos que fueron retomados del Decreto 2981 de 2013 el cual reglamenta la prestación del servicio público de aseo y se mencionan a continuación:

ARTÍCULO 2.3.2.2.2.6.66. Artículo de corte de césped. Esta actividad debe realizarse en las áreas verdes públicas de los municipios, tales como: separadores viales ubicados en las vías de tránsito automotor o peatonal, glorietas, rotondas o similares, parques públicos sin restricción de acceso definidos en las normas de ordenamiento territorial, que se encuentren dentro del perímetro urbano. Se excluye de esta actividad el corte de césped de los antejardines frente a los inmuebles, el cual será responsabilidad de los propietarios de éstos.

ARTÍCULO 2.3.2.2.2.6.70. Actividad de poda de árboles. Las actividades que la componen son: corte de ramas, follajes, recolección, prestación y transporte para la disposición final o el aprovechamiento, siguiendo los lineamientos que determinen la autoridad competente. Esta actividad se realizará sobre los árboles ubicados en separadores viales ubicados en vías de tránsito automotor, vías peatonales, glorietas,

rotondas, orejas o similares, parques públicos sin restricción de acceso, definidos en las normas de ordenamiento territorial, que se encuentre dentro del perímetro urbano.

Es importante mencionar que dentro de estas alternativas no se tienen en cuenta los residuos generados en los cultivos de flores, sector de gran importancia en la región, dada la utilización de químicos para la tinción de las flores y agroquímicos manejados dentro de su proceso, generando contaminación cruzada y afectación a los ecosistemas sensibles.

En el diagnostico también se analizó la presencia de inmunizadoras, pero teniendo en cuenta las múltiples posibilidades de aprovechamiento que se le están dando en la actualidad, se prefirió hacer una propuesta de aprovechamiento para los residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, debido a las pocas alternativas de aprovechamiento que se tienen establecidas para su manejo adecuado, las cuales también están en los lineamientos de aprovechamiento que se establecen dentro de la actual normatividad de la prestación del servicio público de aseo.

Problema

A nivel local se ha encontrado que en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE, no se está realizando ningún aprovechamiento de los residuos por parte de las empresas prestadoras del servicio público de aseo, quienes en la actualidad y según el Decreto 1077 de 2015, son las encargadas de gestionar el manejo adecuado de los residuos orgánicos provenientes del corte de césped y la poda de árboles. Prueba de la falta de alternativas de manejo adecuado de dichos residuos, se tiene en la corporación ambiental CORNARE un registro al año 2015, de 1082 quejas interpuestas por la comunidad, donde 48 de ellas corresponden a la quema a cielo abierto de residuos provenientes de material vegetal.

Así mismo, se estableció el alto costo que se paga por parte de algunos municipios por el servicio de disposición final especialmente de aquellos que no cuentan con sitios de disposición final de residuos sólidos, quienes deben asumir una tarifa por este servicio de $32.065 por tonelada descargada en el relleno sanitario La Pradera; considerando además un costo promedio de transporte de $135.000 por toneladas.

Ejemplo de lo antes mencionado es el municipio de Rionegro, uno de los Municipios más poblados de la región que establece dentro de su PGIRS 2015 , 2027, una recolección de aproximadamente 1008 m^3/mes, donde solo se aprovecha 147 m^3/mes; que corresponde a un 14,58%, evidenciando así la falta de alternativas de aprovechamiento de este tipo de residuos. El resto de los residuos generados son manejados de manera inadecuada, lo cual se refleja en el número de quejas que se reportan anualmente en CORNARE.

En cuanto a la información de los otros Municipios de la jurisdicción de CORNARE, no se tienen registros de generación ni alternativas para el adecuado manejo o aprovechamiento de dichos residuos; lo que constata la no aplicación del actual Decreto 1077 de 2015, incurriendo con esto, en un tratamiento informal del manejo de estos residuos, sin la implementación de acciones de aprovechamiento del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas ni de correcta disposición de los mismos.

Las alternativas de aprovechamiento que se proponen en el presente proyecto tienen que ver con el análisis y las iniciativas que permitan dar a conocer acciones de buenas prácticas ambientales de manejo de estos residuos, así como la implementación de alternativas de aprovechamiento de los mismos por parte de las administraciones municipales y empresas de servicios públicos de aseo quienes no poseen la infraestructura física para el aprovechamiento adecuado de estos residuos, lo cual ha originado quemas que generan impactos negativos en el ambiente y la comunidad.

En la actualidad este residuo el cual posee un alto potencial de aprovechamiento está siendo sub-utilizado y en la mayoría de los casos es manejado y usufructuado por particulares para beneficios personales.

Objetivos

Objetivo general

Establecer las condiciones de aprovechamiento del corte de césped y poda de árboles, a través de la combustión leñosa y la incorporación de sustrato inmaduro en suelos degradados.

Objetivos específicos

- ✓ Planificar estrategias para la utilización de la biomasa como fuente energética en beneficio de los recursos naturales y la comunidad que lo requiera.
- ✓ Establecer las condiciones para el aprovechamiento del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, en la recuperación de suelos degradados, a partir de un sustrato o compostaje inmaduro.
- ✓ Definir esquemas de articulación con los diferentes planes de manejo de residuos, programas y proyectos de relevancia y pertinencia en el área de influencia del estudio y sus respectivos actores; implementando políticas públicas para el manejo y aprovechamiento de los residuos de restos de poda y corte de césped.
- ✓ Proponer lineamientos para que los actores de los diferentes municipios implementen campañas educativas de separación en la fuente y adecuada disposición de los residuos de poda y césped, para su posterior utilización como estrategia de sensibilización ambiental.

Marco teórico

Los principales problemas encontrados en el manejo integral de los residuos sólidos orgánicos, en especial los del corte de césped y poda de árboles, se podrían determinar por la falta de conciencia colectiva y/o conductas sanitarias por parte de la población para disponer sus residuos, dejándolos abandonados en calles, áreas verdes, márgenes de los ríos, deteriorando así las condiciones del paisaje existente y comprometiendo a la estética y al medio (Salamanca, 2014, 9).

Entendiendo que de las talas, las podas y la rocería, se generan una serie de materiales como ramas, troncos, hojas y pastos que históricamente han sido tratados como basuras o desperdicios, incurriendo en sobre costos a la hora de disponerlos y generando problemas como la disminución de la capacidad de carga de los rellenos sanitarios y la polución generada en su quema para la producción artesanal de carbón (Área Metropolitana, 2010, 4), sin embargo, y dado que la leña suele ser el eslabón más débil dentro de la matriz energética de muchos países, no se cuenta con datos confiables sobre consumo y por ende, todo se reduce a estimaciones (Aristizábal, 2010, 2).

Es así como el aprovechamiento de residuos orgánicos se convierte en una alternativa para la recuperación de suelos de las zonas rurales, contribuyendo a la solución de problemas ambientales que debemos enfrentar en la actualidad como es la acumulación incontrolada de grandes concentraciones de residuos en los vertederos y la necesidad de materia orgánica en las superficies agrícolas (Tenecela, 2012, 1).

Por esta razón es importante hacer énfasis en las diferentes alternativas de aprovechamiento, entre las que se resalta la biomasa forestal que presenta ventajas

como fuente gestionable de energía renovable; a través de su impacto sobre el empleo y el desarrollo rural; o por su contribución a reducir la dependencia energética exterior (Blanco *, et al.,* 2013, 2). Bajo este criterio, la adopción de tecnologías más eficientes se convierte en un importante paliativo de cara a disminuir el consumo de leña y reducir la dependencia existente de los bosques adyacentes que sirven como fuente de recolección (Aristizábal, 2010, 2); contribuyendo a su vez, con la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (Cámara *, et al.,* 2011, 2), y por ende con el control del cambio climático existente. En la actualidad, la biomasa es el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, y una de las fuentes energéticas con mayor potencial de crecimiento durante las próximas décadas (Durán, *, et al.,* 2013, 1).

Es así como la biomasa tiene carácter de energía renovable, ya que su contenido energético procede en última instancia de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en el proceso de combustión, dando como productos finales dióxido de carbono y agua (Fernández, 2015, 2). El aprovechamiento energético de la biomasa forestal bajo patrones de sostenibilidad ambiental podría contribuir positivamente en dos direcciones: mejorar la viabilidad económica y potenciar la sostenibilidad y multifuncionalidad de los recursos forestales (Blanco, et al., 2013, 3).

Es importante tener en cuenta que la utilización de biomasa como combustible, requiere la adaptación de una cadena de suministro que permita atender el acopio de los residuos generados, su selección y homogenización y que garantice la

disponibilidad de las cantidades requeridas en el proceso productivo (García , Ubaque, 2013, 2).

Teniendo en cuenta que dentro de los biocombustibles sólidos, los más importantes son los de tipo primario, constituidos por materias lignocelulósicas procedentes del sector agrícola o forestal y de las industrias de transformación que producen residuos de dicha naturaleza. La paja, la leña, las cortezas, los restos de podas y aclareos de las masas forestales son materia típica para la elaboración de biocombustibles (Fernández, 2015, 3).

Por otra parte los procesos de conversión termoquímica más habituales para esta biomasa de tipo lignocelulósico son la combustión, la gasificación y la pirólisis. La combustión es el más conocido y ampliamente utilizado; por el contrario, la gasificación es una tecnología relativamente conocida en el caso del carbón, que está entre la experimentación y la introducción comercial. Finalmente, la pirólisis es la menos aplicada (Sánchez, 2015, 2).

Con relación en lo anterior, es importante resaltar que la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), estima que cerca de 2500 millones de personas dependen de la leña como su principal combustible para calefacción y cocción de alimentos, se espera que para el año 2030 dicha cifra ascienda a 2700 millones. Lo anterior deja clara la importancia que seguirá teniendo la leña como combustible en los próximos veinte años (Aristizábal, 2010, 1). De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, para el año 2010, la biomasa sólida representó un 9,25% del total de la oferta de energía mundial, siendo la mayor fuente de energía renovable (García , Ubaque, 2013, 2).

El principal combustible natural que es utilizado para la cocción de alimentos en las regiones rurales es la leña, esta es empleada la mayoría de las veces en los fogones de tipo tradicional que presentan bajo aprovechamiento del calor generado en la combustión dado a que no posee un flujo constante de la llama, es decir el calor no se mantiene en un punto fijo lo que impide que sea aprovechada al máximo.

Por lo anterior, la corporación ambiental CORNARE ha elaborado un diagnóstico sobre el tema y afirma que un gran porcentaje de la población campesina de la región, utiliza el fogón de leña tradicional, el cual presenta un aprovechamiento del calor generado en la combustión gracias a que no posee un flujo constante de la llama; esta situación ocasiona un alto consumo de madera, generación de humo, problemas de salud a las personas encargadas de las labores de cocción de alimentos, alta presión sobre los bosques por actividades extractivas de árboles, deterioro de las microcuencas como consecuencia de la pérdida del factor regulador hídrico que tiene la vegetación, afectando la producción y regulación de agua en la región; esto igualmente se traduce en procesos erosivos y perdida de cauces por sedimentación, también se presenta perdida de la calidad de agua para consumo humano y su uso en actividades productivas, tanto agrícolas como pecuarias (CORNARE, 2015, 23). Tema que motivó la implementación de una estrategia orientada al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la jurisdicción y de responsabilidad ambiental, con el desarrollo de un programa denominado Huertos y Estufas Leñeras Limpias Ambiental y Socialmente Sostenible (HUELLAS); que fue fortalecido por un análisis realizado en el año 2011 por la Universidad de Antioquia, donde arrojó las siguientes conclusiones acerca de los beneficios de la implementación de las estufas eficientes: reducciones del consumo de

madera del 55%, de emisiones de material particulado del 81% y de material particulado respirable del 86%. En cuanto al parámetro eficiencia los mejores resultados se alcanzan cuando la madera utilizada posee baja humedad, en cuyo caso se obtienen rendimientos cercanos al 30% (CORNARE, 2015, 19).

CORNARE (2015), establece que si la madera utilizada cuenta con propiedades dendroenergeticas; presenta unas mejores características tales como:

- ✓ Mejor aprovechamiento en masa del material vegetal.
- ✓ Mayor eficiencia de la energía calorífica.
- ✓ Mayor rendimiento de la estufa sin flujo constante de leña.
- ✓ Mayor optimización de calor en contacto con los recipientes de cocción.
- ✓ Optimización del tiempo destinado.

En la región de CORNARE la utilización del tipo de madera depende del clima; el material vegetal más utilizado en la cocción de los alimentos es:

- ✓ *Vismiasp* , Carate
- ✓ *Cojobo sp*
- ✓ *CupressusLusitanica* , pino Cipres
- ✓ *Weinmanniasp* , Encenillo
- ✓ *Eucalyptussp* , Eucalipto
- ✓ *Opterocarpa* , Gavilán
- ✓ *Inga sp* , Guamo
- ✓ *Myricasp* , Laurel
- ✓ *PinusPátula* , Pino Patula
- ✓ *Q. humboldti* , Roble

- ✓ *Tibouchinasp* , Siete cueros
- ✓ *C arábiga* , Café, Cafeto
- ✓ *Cecropiasp* , Yarumo
- ✓ *Acacia mangium* , Acacia
- ✓ *Bocconiafrutescens* , Matarraton
- ✓ *Psidiumguajava* , Guayabo

Porcentaje de madera utilizada tanto en clima frio como en clima caliente:

Clima frío

- ✓ *Pinus sylvestris ,* Pino: 52%
- ✓ *Eucalyptus camaldulensis ,* Eucalipto 22%
- ✓ *Tibouchina lepidota ,* Sietecueros 19%
- ✓ Retazos de madera entre otros 7%

Clima caliente

- ✓ *Inga sp* , Guamo 12.5%
- ✓ *Psidium guajava ,* Guayabo 7.5%
- ✓ *Cecropia peltata ,* Yarumo 20%
- ✓ *Vismia baccifera ,* Carate: 20%
- ✓ *Coffea arabica ,* Café 10%
- ✓ *Coffea arabica ,* Riñón 2.5%
- ✓ *Acacia mangium , Acacia* 12.5%
- ✓ *Gliricidia sepium ,* Matarraton 15%

En promedio una familia tradicional (cuatro integrantes) en la región se gasta entre 24 a 28 kg/día en la cocción de sus alimentos dependiendo de la calidad del

material vegetal utilizado, todo esto en un tiempo entre cuatro y ocho horas (CORNARE, 2015). Con la utilización de la biomasa producto de las podas de los árboles, en las estufas eficientes, se obtendría la disminución de un 55% en el consumo de leña y por ende la protección del recurso flora, fauna, suelo y agua (CORNARE, 2015).

Como otra alternativa de aprovechamiento, se considera el uso de materiales orgánicos como enmienda a los suelos agrícolas, que benefician no sólo para la producción de cultivos, sino también para mantener la calidad del suelo (Arrigo *, et al.,* 2005, 1 y Martínez, 2013, 18). Sin embargo, la aplicación al suelo de un compost inmaduro en cultivos agrícolas, puede causar problemas tales como inmovilización de nitrógeno por parte de los microorganismos, condiciones anaeróbicas, elevación de la temperatura del medio y la acumulación de sustancias fitotóxicas que pueden impedir la germinación de semillas o inhibir el crecimiento radicular (Arrigo *, et al.,* 2005, 2).

Salamanca (2014, 18), considera que el compostaje es una técnica para producir abonos orgánicos que se utilizan en actividades agrícolas y parques, a través de la descomposición microbiana de residuos orgánicos. Dicho de otro modo "la descomposición microbiológica aeróbica de residuos orgánicos de distinta procedencia en condiciones de temperatura, humedad y aireación controladas, conduce a la obtención de un producto llamado compost o abono compuesto". A través del compostaje se consigue cerrar el ciclo de la materia orgánica, ya que el compost de buena calidad obtenido del tratamiento de los residuos vuelve al suelo al ser utilizado como abono orgánico y en el caso particular de la agricultura ecológica ejerce de sustituto total de los fertilizantes químicos. También se reduce sustancialmente tanto la

cantidad de materia orgánica biodegradable que se dispone en los rellenos sanitarios como en las plantas incineradoras, reduciendo de ese modo las necesidades de espacio, la posibilidad de diseñar plantas de menor capacidad y un mayor aprovechamiento energético al reducirse la humedad de los residuos tratados. Además, tiene un impacto positivo sobre el resto de fracciones que se separan en las plantas porque al no estar mezcladas con residuos biodegradables aumenta la recuperación de materiales y las tasas de reciclado en su conjunto (Hernández, 2013, 5).

El compostaje es un proceso de descomposición biológica por la acción de los microorganismos que actúan sobre la materia orgánica. La degradación ocurre debido a la acción de una gama de microorganismos y sus productos metabólicos, los cuales en condiciones adecuadas de pH, oxígeno, temperatura, fuentes de nutrientes y energía, actúan conjuntamente realizando el proceso de compostaje natural que produce como resultado final el compost; producto de gran utilidad para mejorar las características físicas de los suelos tales como textura, retención de humedad, nivel nutricional (Fernández A. y Sánchez M., 2007, 62).

Durante la etapa inicial del proceso de compostaje se presentan procesos importantes de hidrólisis de la materia orgánica polimérica compleja, sobre la cual los microorganismos envueltos en el proceso de compostaje producen enzimas extracelulares que la despolimerizan y transportan a través de membranas citoplasmáticas para completar el proceso de degradación (Upegui, 2010,27).

Según Upegui (2010, 28), la materia orgánica es indispensable en los suelos ya que su presencia determina y condiciona el medio físico y biológico sobre el cual se desarrollan las plantas. Por lo tanto, juega un papel importante sobre la estructura, la

permeabilidad y la aireación del suelo, por lo que el mantenimiento de niveles óptimos es una forma de luchar contra la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos. La materia orgánica estimula la actividad biológica (los microorganismos del suelo la utilizan como fuente de energía y como materia prima de los elementos constituyentes de sus tejidos) inactiva los metales y compuestos orgánicos, aumenta la capacidad de cambio, mejora la capacidad amortiguadora e inmoviliza los nutrientes (evitando que sean lavados hacia zonas profundas).

La aplicación de un compost al suelo no se debe considerar como algo aislado y referido única y exclusivamente a la calidad y características de dicho compost, sino ligado a la propia problemática del suelo donde se va a aplicar (Infoagro, 2016, 1).

La incorporación de material orgánico (compostado o no) permite un mejor enraizamiento del cultivo, especialmente en un suelo con textura arcillo limosa (Arrigo *, et al.,* 2005, 5) y a su vez, podría reducir un 50% el uso de suelo, siendo un componente para mezclas de sustratos viable para ser usado en plantas ornamentales (Bárbaro *, et al.,* 2011, 3). Los restos de pasto se descomponen rápidamente (contienen agua en un 75 a un 80 por ciento) y no producen residuos vegetales. Ya que los restos de pasto también reciclan nutrientes, como el nitrógeno principalmente, por lo que reduce la necesidad de aplicar fertilizantes (Extension.illinois.edu, 2016, 1).

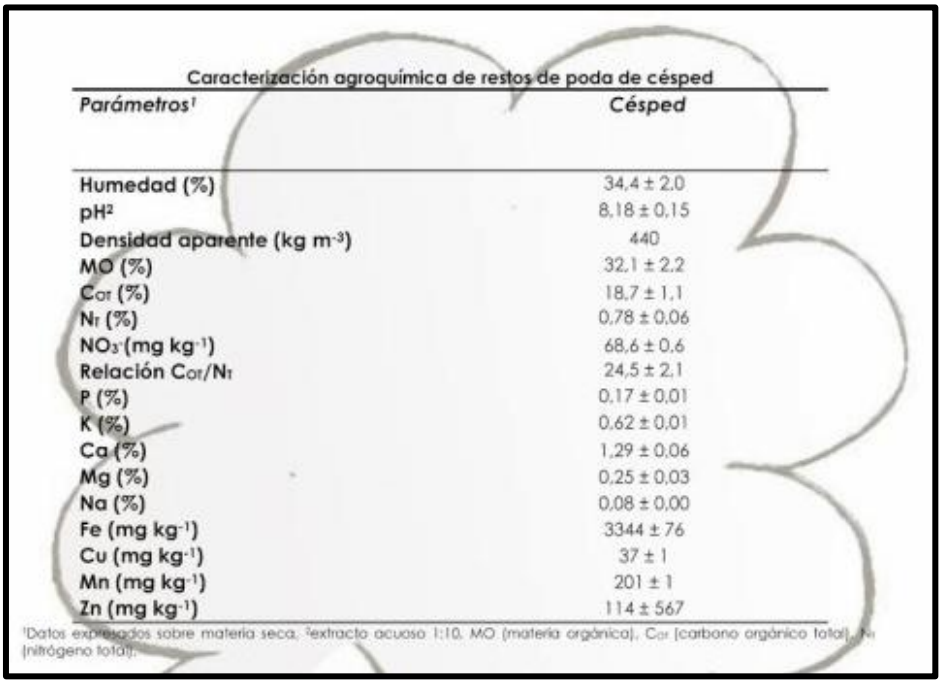
A través de un estudio realizado por Pérez *, et al.,* (1991, 9), establecen que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en unos bosques estudiados a los cuales se les aplicó hojarasca en el suelo, demostraron valores hasta tres veces superiores a los encontrados en otros bosques. A su vez, se ha demostrado que con el uso de hojarasca en los suelos, se ha incrementado el nitrógeno disponible en el mismo para

que sea aprovechado por las plantas adyacentes (Murcia R. *, et al.,* 2012, 12) y que la entrada de PO4, NO3 y Al al suelo se produce fundamentalmente a través de la hojarasca (Gómez R. y Calvo, 2002, 1). Si se asegura la introducción al suelo de biomasa de buena calidad, se garantiza la presencia y proliferación de fauna edáfica, la cual mejora la disponibilidad de nutrientes en el mismo (Sánchez *, et al.,* 1996, 1 y Varela *, et al.,* 2007, 5).

Incluso, en determinados casos, como es su uso para combatir problemas de erosión y estabilizar la estructura del suelo, no es necesario alcanzar un alto grado de madurez, ya que determinadas estructuras orgánicas presentes en el compost inmaduro, capaces de formar puentes catiónicos y de aumentar la actividad microbiana, pueden actuar como agentes de unión de las fracciones minerales, fundamentalmente polisacáridos excretados por microorganismos así como poliurónidos y compuestos fenólicos, aparte de la presencia de microorganismos filamentosos (Iglesias, 2016, 3 y Ochoa, 2016,96).

Es importante reconocer los compuestos de los residuos de corte de césped y poda de árboles, tal y como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, dichos residuos son un material excelente para el compostaje. Esto es debido fundamentalmente a la relación C/N que poseen estos restos vegetales, valores en torno a 20-25, ideales para iniciar el compostaje. Tienen un importante contenido en materia orgánica fácilmente degradable y una concentración en hierro muy interesante, incluso mayor que algunos estiércoles (Compostandociencia, 2013, 1).

Figura 1. Caracterización agroquímica de restos de poda y césped



Caracterización agroquímica de restos de poda de césped

Parámetros[1]	Césped
Humedad (%)	34,4 ± 2,0
pH[2]	8,18 ± 0,15
Densidad aparente (kg m^{-3})	440
MO (%)	32,1 ± 2,2
C_{OT} (%)	18,7 ± 1,1
N_T (%)	0,78 ± 0,06
NO_3^- (mg kg^{-1})	68,6 ± 0,6
Relación C_{OT}/N_T	24,5 ± 2,1
P (%)	0,17 ± 0,01
K (%)	0,62 ± 0,01
Ca (%)	1,29 ± 0,06
Mg (%)	0,25 ± 0,03
Na (%)	0,08 ± 0,00
Fe (mg kg^{-1})	3344 ± 76
Cu (mg kg^{-1})	37 ± 1
Mn (mg kg^{-1})	201 ± 1
Zn (mg kg^{-1})	114 ± 567

[1]Datos expresados sobre materia seca. [2]extracto acuoso 1:10. MO (materia orgánica), C_{OT} (carbono orgánico total), N_T (nitrógeno total).

Fuente: Compostandociencia, 2013.

Según Huerta *, et al.,* (2008, 10), el aprovechamiento de residuos provenientes del corte de césped y la poda de árboles, trae consigo beneficios de tipo ambiental por lo que puede representar en la eliminación de problemas derivados de una mala gestión de la materia orgánica, por los beneficios de la utilización del compost, para la mejora del suelo (indirectamente puede bajar el consumo de agua, fertilizantes minerales y pesticidas) y de la fijación de carbono; socialmente por la participación y concienciación que genera en la población, por la disminución de cierto tipo de instalaciones y por la mejora de ciertos espacios públicos; y económicamente por lo que puede suponer en cuanto a ahorro de fertilizantes, en la facilidad de reciclar otros materiales y economizar recursos, así como en reducir la necesidad del suelo para optimizar los rellenos sanitarios.

Las ramas finas se aprovechan incorporándolas al suelo tras su picado. Esta práctica se desarrolla con el doble objeto de elevar el nivel de materia orgánica del suelo, contribuyendo a mejorar las características estructurales y la fertilidad, liberando elementos nutritivos tras un lento proceso de mineralización y de evitar las pérdidas de humedad del horizonte superficial. Sin embargo, cuenta con detractores debido a que puede impedir la mecanización de otras labores, ya que la descomposición es muy lenta, su presencia en el suelo es muy prolongada, puede aumentar algunos problemas fitosanitarios y, sobre todo, tiene un coste mayor que la incineración. La incineración “in situ” de estos residuos, además del perjuicio económico, origina numerosos problemas medioambientales: emisiones incontroladas de gases contaminantes, molestias para las poblaciones, peligro de incendios en las explotaciones agrícolas, riesgo para la circulación en las carreteras y caminos cercanos y por supuesto un coste económico elevado no recuperable (Sánchez, 2015, 2).

La cantidad de hojarasca fina producida por una comunidad vegetal es la sumatoria de los detritos vegetales aéreos finos aportados al suelo durante un período de tiempo, expresados en peso seco. La capa de hojarasca produce un abrigo orgánico sobre la superficie de los suelos, dando por resultado un microclima edáfico peculiar, y condiciones adecuadas para un espectro más amplio de organismos (Del Valle , Arango, 2004, 1, y Castellanos-Barliza y León, 2010, 2). Allí se incluyen, por tanto, hojas, flores, frutos y ramas, entre otros. La cantidad de bioelementos contenidos en esa hojarasca constituye la principal fuente de nutrientes incorporados al suelo en los ecosistemas naturales, una vez la hojarasca se descompone (Del Valle , Arango, 2003, 1).

Conforme a la estrategia CONPES 3577 de 2009, se busca estandarizar los procesos de producción de fertilizantes orgánicos y la utilización de biofertilizantes, promoviendo el uso racional y sostenible de abonos químicos (ACODAL, 2015, 36); y garantizando que desde la separación en la fuente los RSO se conviertan nuevamente en materia prima (Jaramillo y Zapata, 2008, 20).

El desarrollo de las alternativas propuestas para los restos del corte de césped y la poda de árboles, contribuirá con la minimización de los residuos generados, maximizará el aprovechamiento, (Fernández, 2015, 15), reducirá los costos de disposición final en los rellenos sanitarios (Rodríguez y Córdova, 2006, 15) y por ende, permitirá que la tarifa de aseo disminuya o que se vea reflejada en la prestación de nuevos servicios.

Por la necesidad de realizar un adecuado manejo de éstos residuos, la normativa actual vigente, soporta como un sustento importante la garantía de la recolección, transporte y aprovechamiento de los residuos orgánicos antes enunciados, dentro de las actividades del servicio público de aseo" (Decreto 1077, 2015, 542).

Según ACODAL (2015, 32), se tiene como referencia para la implementación de las dos alternativas propuestas, la generación de residuos producto de la silvicultura en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en toneladas anuales (peso verde), la cual se describe a continuación:

Tabla 1. Generación residuos de poda y corte de césped Valle de Aburrá.

ENTIDAD	PASTO	RAMAS Y TALLOS	TOTAL
Medellín	8.933	2.877	11.810
Itagüí	528	355	883
Bello	375	410	785
Barbosa	62	40	102
Girardota	133	39	172
La Estrella	300	33	333
Copacabana	89	52	141
Caldas	177	47	224
Sabaneta	270	63	332
EPM		6.6760	6.760
Totales	10.866	10.676	21.542

Fuente: Guía Acodal, 2015.

Para la propuesta de las alternativas del presente estudio es importante tener un conocimiento de los habitantes del territorio y de sus respectivas áreas, con el fin de realizar cálculos que permitan la implementación del manejo adecuado de los residuos de corte de césped y poda de árboles que se generan y que se puedan utilizar para recuperación de suelos y en combustión leñosa.

Tabla 2. Información de población y extensión de cada municipio de la jurisdicción de CORNARE

Subregiones y Municipios	Población conciliada (2014)			Extensión (km^2)
	Total	cabecera	Resto	
Regional Valles de San Nicolás	399.341	259.457	139.884	1766
El Carmen de Viboral	46.166	29.336	16.830	423
El Retiro	18.916	9.801	9.115	268
El Santuario	27.060	21.966	5.094	74
Guarne	46.951	17.195	29.756	163
La Ceja	52.089	44.662	7.427	133
La Unión	19.010	10.608	8.402	171
Marinilla	52.599	40.973	11.586	113
Rionegro	118.264	77.404	40.860	196
San Vicente	18.326	7.512	10.814	225
Regional Bosques	52.052	17.443	34.608	1.669
Cocorná	15.390	4.087	11.303	252
Puerto Triunfo	19.656	6.037	13.619	361
San Francisco	5.837	2.487	3.279	479
San Luis	11.239	4.832	6.407	577
Regional Aguas	61.365	30.084	31.281	1.465
El Peñol	16.21	9.209	7.214	148
Granada	9.855	3.839	6.016	189
Guatapé	5.595	4.308	1.287	93
San Carlos	16.036	6.251	9.785	702
San Rafael	13.457	6.478	6.979	332
Regional Porce-Nus	36.191	11.884	24.307	1.017
Alejandría	3.665	1.885	1.780	123
Concepción	3.850	1.486	2.364	184
San Roque	17.430	6.405	11.241	441
Santo Domingo	11.029	2.108	8.921	269
Regional Páramo	83.858	27.784	56.074	2.402
Abejorral	20.062	6.736	13.326	506
Argelia	9.337	2.734	6.602	252
Nariño	17.099	2.585	14.514	321
Sonsón	37.903	15.729	21.631	1.323
REGIÓN	632.807	346.654	286.153	8.318

Fuente: plan de acción Cornare, 2012-2015.

En los municipios del Área Metropolitana en el año 2005 no se llevan a cabo procesos significativos de aprovechamiento de orgánicos, pero sí a nivel de empresas particulares. No obstante es importante resaltar algunos sucesos históricos en la región como fueron intento del municipio de Medellín en el año 1972 con la Planta de abonos, en el año 2003 a través de empresas contratistas que operaron las tecnologías Combeima y Duitama en el Relleno Sanitario Curva de Rodas y luego en el Parque Ambiental La Pradera. La empresa Interaseo realizó aprovechamiento en un lote ubicado en la vía que conduce de la Estrella a Caldas conocida como la Variante, lote que fue utilizado por la misma empresa como estación de transferencia. En la siguiente imagen se presenta el estado situacional sobre el aprovechamiento de la fracción orgánica en los municipios de la región metropolitana (Metropol, 2006, 307).

Figura 2. **Manejo residuos orgánicos Área Metropolitana**

Tabla 118. Estado del aprovechamiento de la fracción orgánica en los municipios de la Región Metropolitana

MUNICIPIO	OBSERVACIONES
CALDAS	No existe aprovechamiento de orgánicos, estos son recolectados en la ruta ordinaria y dispuestos en el Parque Ambiental La Pradera. En el año 2003, en los lotes El Sesenta y Cipreses se llevó a cabo un tratamiento biotecnológico, como acción de contingencia.
SABANETA	No se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos, todo este material es llevado junto con los demás residuos al sitio de disposición final Parque Ambiental La Pradera.
ENVIGADO	El Municipio no cuenta con ningún programa de aprovechamiento de residuos orgánicos. Se encuentra en ejecución Centro Industrial del Sur, el cual contempla el aprovechamiento de este tipo de residuos.
LA ESTRELLA	Se han identificado otros procesos de aprovechamiento los cuales se realizan en algunos sectores del Municipio, tales como las pesebreras y las industrias avícolas y porcinas, esta situación ha generado dificultades debido a los impactos negativos causados por el mal manejo de los residuos utilizados en este tipo de aprovechamiento.
ITAGUI	En la actualidad el Municipio de Itagüí no cuenta con aprovechamiento de residuos orgánicos siendo todos estos llevados al Parque Ambiental La Pradera para su disposición final.
MEDELLIN	En el momento no se realiza ningún programa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.
COPACABANA	No se cuenta con sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos formal, el total de los residuos orgánicos generados en el municipio es dispuesto en el Parque Ambiental La Pradera.
GIRARDOTA	Actualmente no se cuenta con ningún tipo de programa de aprovechamiento de residuos orgánicos, todos estos residuos son llevados para disposición al Parque Ambiental La Pradera.

Fuente: PGIRS municipio de Medellín, 2005.

En el municipio de Rionegro se han realizado procesamiento digital de grupos de árboles en la zona urbana, con el fin de georreferenciar los individuos más importantes en tamaño y edad, que son objeto de poda sistemática. De las 701 hectáreas que tienen los 10 sectores, existen 71.3 ha asociadas con presencia de árboles, lo cual significa un 10% del área total. Los sectores con mayor presencia de árboles y sus respectivas áreas son: El Faro, con un 26% de su área, San Antonio, con un 19%, Gualanday con el 17% y el Sector el Hospital con el 15% (PGIRS, 2015, 267).

A su vez, en el municipio de Rionegro se pretende articular el aprovechamiento de poda y césped, conjuntamente con los residuos orgánicos residenciales, comerciales, institucionales e industriales (PGIRS, 2015, 267).

Por otra parte, el municipio de El Retiro, incluye en su PGIRS 2015-2027, un programa para el manejo del corte del césped y la poda de árboles, tal como se evidencias en las siguientes imágenes.

Tabla 3. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de El Retiro

REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS) EL RETIRO 2015 -2027

3.4 Programa de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas

Nivel	Indicadores					Meta Final	Metas Intermedias	
	Cantidad	Calidad	Tiempo	Lugar	Grupo Social		Año 2019	Año 2023
Objetivo: Implementar un acopio de Biomasa para disposición final de los residuos de poda y corte de césped del municipio de el Retiro	% de Aprovechamiento de los residuos de poda y corte de césped	Adecuado manejo y disposición final de los residuos de poda y corte de césped	Permanentemente se presta el servicio de poda y corta de césped con manejo integral	500 m2 adecuados y manejados junto a la nueva escombrera municipal	100% de los sectores residencial, industrial y comercial urbano y suburbano 100% de las parcelaciones y condominios	Adecuado manejo y aprovechamiento final de los residuos de poda y corte de césped	Mantenimiento del 100% de las reforestaciones municipales con orgánico resultante del acopio de Biomasa	Aprovechamiento del 100% del material generado en el acopio de biomasa por comunidades rurales y urbanas
Proyecto: Implementación de un acopio de biomasa para la transformación del residuo de poda y corte de césped en el municipio de El Retiro	N° de acopios de Biomasa	Adecuado manejo y disposición final de los residuos de poda y corte de césped	Seis meses para el montaje e inicio de operaciones	500 m2 adecuados y manejados junto a la nueva escombrera municipal	100% de los sectores residencial, industrial y comercial urbano y suburbano 100% de las parcelaciones y condominios	Aprovechamiento al 100% del material orgánico generado por el manejo adecuado de los residuos de poda y césped del municipio	Sostenimiento y aprovechamiento en el tiempo del acopio de biomasa según la normatividad vigente	Aprovechamiento del 100% del material generado en el acopio de biomasa por comunidades rurales y urbanas
Actividad 1: Adecuación técnica del acopio de biomasa, basada en la normatividad vigente	N° de acopios de Biomasa	Acopio de Biomasa según normatividad vigente	Tres meses para la adecuación del acopio	500 m2 adecuados y manejados junto a la nueva escombrera municipal	100% de los sectores residencial, industrial y comercial urbano y suburbano 100% de las parcelaciones y condominios	Aprovechamiento al 100% del material orgánico generado por el manejo adecuado de los residuos de poda y césped del municipio	Sostenimiento y aprovechamiento en el tiempo del acopio de biomasa según la normatividad vigente	Aprovechamiento del 100% del material generado en el acopio de biomasa por comunidades rurales y urbanas

Fuente: PGIRS El Retiro, 2015-2027.

Tabla 4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de El Retiro

REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y AJUSTE DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS) EL RETIRO 2015 -2027

Medios de verificación

Nivel	Indicador*	Fuente de Información	Método de recolección	Frecuencia	Responsable
Objetivo: Implementar un acopio de Biomasa para disposición final de los residuos de poda y corte de césped del municipio de el Retiro	% de Aprovechamiento de los residuos de poda y corte de césped	Informes técnicos	trabajo de campo	Semestralmente	Área operativa Retirar S.A.E.S.P
Proyecto: Implementación de un acopio de biomasa para la transformación del residuo de poda y corte de césped en el municipio de El Retiro	N° de acopios de Biomasa	Informes técnicos	trabajo de campo	Anual	Área operativa Retirar S.A.E.S.P
Actividades: Adecuación técnica del acopio de biomasa, basada en la normatividad vigente	N° de acopios de Biomasa	Informes técnicos	trabajo de campo	Anual	Área operativa Retirar S.A.E.S.P

Riesgos

Nivel	Indicador	Factor de riesgo				
		Financiero	Político	Social	Ambiental	Legal
Implementación de un acopio de biomasa para la transformación del residuo de poda y corte de césped en el municipio de El Retiro	N° de acopios de Biomasa	Recursos insuficientes y/o Relación C/B negativa	Cambio de planes de gobierno, cambios en la estructura administrativa de la empresa de aseo	Oposición por parte de la comunidad vecina al lugar seleccionado	Afectación puntual a los recursos naturales	Incumplimiento de las normas establecidas para los acopios de biomasa

Fuente: PGIRS El Retiro, 2015-2027.

Conforme al PGIRS el municipio de Abejorral (2015, 47) se información basada en el manejo de corte de césped y poda de árboles:

Tabla 5. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Abejorral

Características	Poda y corte césped	Lavado de vías y áreas públicas
Número de horas mensuales de operarios dedicados al servicio.	56	NA
Longitud de vías o zonas verdes trabajadas km.	0.5	NA
Áreas objeto de trabajo m^2	330	
Frecuencia de prestación del servicio veces/mes	7	
Cantidad de residuos sólidos producidos kg/mes	50kg	
Equipo y herramientas utilizadas, (tipo y calidad)	TIJERAS PODADORAS, MACHETES Y SIERRAS	
Destino último del residuo.(Aprovechamiento o Disposición final)	Disposición Final	

Fuente: PGIRS Abejorral, 2015-2027.

El PGIRS del municipio de Sonsón (2015,35), incluye que la poda y mantenimiento de árboles y zonas verdes son constantes durante todo el mes por parte de la Secretaría de Obras Públicas, pero no se tiene un registro de cuantificación de los desechos producidos.

El PGIRS del municipio de Argelia (2015,47), hace referencia que este servicio solo se hace como ayuda al ornato de la infraestructura física del Municipio y es principalmente en el parque, de resto las demás zonas verdes son mantenidas por la comunidad en general.

El PGIRS del municipio de La Ceja (2015, 37), describe en el ítem de recolección de residuos especiales la siguiente información:

Se denomina servicios de aseo especial a la recolección de otros residuos como poda de césped, madera y material reciclaje, en grandes volúmenes, que no son usualmente producidos por los usuarios, para lo cual se debe solicitar personalmente o vía telefónica a la Oficina Comercial y de Atención al Usuario dicho servicio. Posteriormente la Técnica Operativa de la Oficina Comercial y de Atención al Usuario diligencia el Formato de Peticiones y Quejas, según lo descrito en el Procedimiento de Atención de Peticiones, Quejas y Reclamos, y le informa al Técnico Operativo de Aseo y Alumbrado Público para que designe el personal y realice su recolección.

Una vez prestado el servicio, los operarios devuelven el formato al Técnico Operativo de Aseo y Alumbrado Público para que registre el aforo y determine el valor a cobrar; el Técnico Operativo de Aseo y Alumbrado Público remite a la Oficina Comercial y de Atención al Usuario el oficio remisorio, con copia del aforo, para que proceda a realizar su cobro a través de la facturación de los servicios públicos que presta la empresa.

El material orgánico que es arrojado a un primer nivel es organizado en pilas y debido a los volúmenes que se están manejando diariamente de estos residuos, no es posible incorporar material de poda; además, no se cuenta con una chipiadora que facilite su manipulación, la cual se hace necesaria para disminuir la humedad y adicionarle carbón al proceso de tal forma que se logre balancear la cantidad de nitritos y nitratos que contiene el material orgánico que llega a la planta.

En el PGIRS del municipio de Marinilla la población encuestada en su momento, manifestó la necesidad de que la empresa prestadora de servicios públicos, realizara el corte de césped y poda, a su vez, relacionó como prioridad la limpieza de cunetas y

sumideros, a los cuales les estaba llegando material vegetal (PGIRS Marinilla, 2004 85).

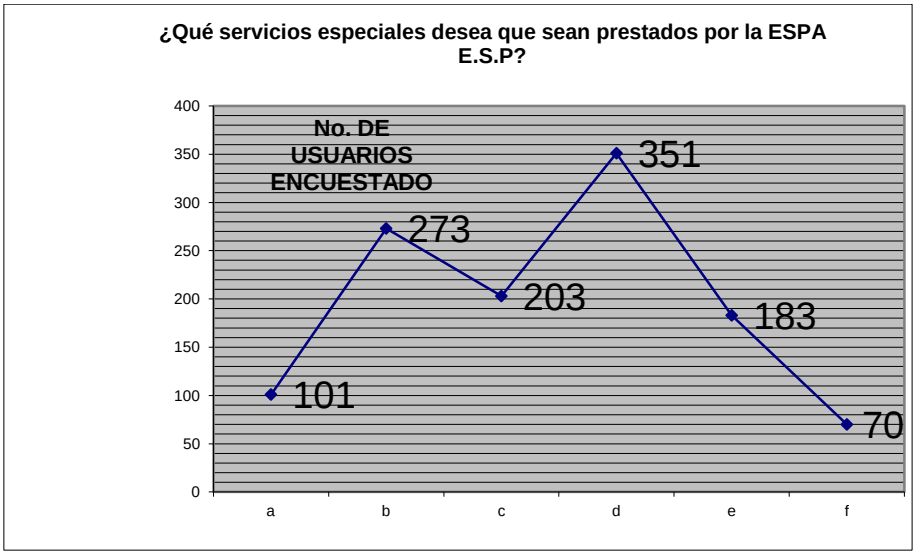


Tabla 6. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Marinilla.

Indicador	Porcentaje
A. MANTENIMIENTO Y PODA DE CESPED	8.5%
B. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS	23.1%
C. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS ESPECIALES	17.2%
D. LIMPIEZA DE CUNETAS Y SUMIDEROS	29.8%
E. RECOLECCIÓN DE ANIMALES MUERTOS	15.5%
F. OTROS / CUALES?	5.9%

Fuente: PGIRS, municipio de Marinilla 2004.

Dentro del PGIRS 2004 del municipio de La Unión, se hace referencia al servicio de poda en el área urbana, el cual se realiza en el parque principal, también en el servicio de poda se tiene el mantenimiento de caños pero ese servicio solo se realiza por contratos o prestación de servicios y se hace cada mes (PGIRS, La Unión, 102).

El tema de poda de árboles y corte de césped en el PGIRS del municipio de San Vicente 2004, es realizado por particulares, los cuales utilizan como herramienta la guadaña; no se registran cantidades generadas y no se realiza ningún tipo de

tratamiento, generalmente se disponen a botaderos a cielo abierto, en los predios de las personas encargadas de efectuar la recolección (PGIRS, San Vicente, 78).

El PGIRS del municipio de Santo Domingo (2004, 94), relaciona una tabla que supuestamente describe el servicio de poda y corte de césped, pero no registra ningún dato:

Tabla 7. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, municipio de Santo Domingo.

Características	Poda y corte de césped
Número de horas mensuales de operarios dedicados al servicio	
Longitud de vías de zonas veredas trabajadas km.	
Áreas objeto de trabajo m2	
Frecuencia de prestación del servicio veces/ mes	
Cantidad de residuos sólidos producidos kg/mes	
Equipo y herramientas utilizadas (tipo y calidad)	
Destino ultimo del residuo (aprovechamiento o disposición final)	

El municipio de Nariño (2004, 44), incluye que la poda y mantenimiento de árboles y zonas verdes es constante durante todo el mes por parte de la secretaria de obras públicas, pero no se tiene registro de cuantificación de los desechos producidos.

Trabajo de campo

Para obtener información primaria, se desarrolló una serie de entrevistas y salidas de campo para la recopilación del registro fotográfico que permitió identificar las actuales acciones inadecuadas de manejo que se practica en algunos municipios de la región de CORNARE, tales como Rionegro, El Retiro, Marinilla, Santuario, La Ceja, Abejorral y Sonsón.

Se presenta una descripción de lo que se observó y se identificó tanto en las diferentes salidas de campo como en los recorridos de campo que se realizaron. Además de obtener elementos necesarios de análisis de la situación actual del manejo de los residuos de del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas

Municipio de Rionegro

En entrevista realizada el pasado 20 de agosto de 2015 a la funcionaria Sandra Arbeláez de la empresa prestadora del servicio público de aseo RioAseo Total del municipio de Rionegro manifestó que el manejo actual de los residuos provenientes del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, con un volumen aproximado de 420 m^3 al mes, los cuales son dispuestos en su mayoría en el relleno sanitario La Pradera, dado que dicho Municipio por la cercanía al aeropuerto internacional José María Córdova no tiene sitio de disposición final por el riesgo aviario que esto significa, dado que los antecedentes que poseen otros municipios que tienen rellenos, evidencian la gran presencia de aves (como gallinazos, *Coragyps atratus*), los cuales afectan el flujo normal aéreo; otro porcentaje de estos residuos son depositados

en la parte posterior de esta empresa prestadora del servicio público de aseo sin ningún tipo de medidas de control sanitario ni ambiental, los cuales son mezclados con otro tipo de residuos como es el caso de los residuos provenientes de la construcción y demolición de residuos -RCD´s, lo cual provoca un gran impacto visual y un deterioro tanto del paisaje como de los recursos naturales, situación que afecta la imagen institucional de RioAseo Total.

A continuación se presenta una serie de fotos donde se evidencia lo antes mencionado (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**,**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Foto 1. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 2. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 3. Predio empresa RioAseo Total, municipio de Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Otra de las empresas de influencia en el Municipio de Rionegro, como es La CAM (Corporación Acueducto Multiveredal), quien tiene una cobertura en mayor porcentaje en la prestación del servicio de acueducto en el área rural, dada su actividad de manejo de orgánicos, genera también 588 m^3 al mes de residuos del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas los cuales también se disponen en gran parte en el relleno sanitario y en menor proporción (147 ton/mes) son

aprovechados en El Carmen de Viboral por un particular para la elaboración de compostaje.

Foto 4. Corte de césped dispuesto sobre las cunetas de la vía, sector Gualanday, Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Como se puede observar en la Foto 4, en un sector conocido como Gualanday del municipio de Rionegro, realizaron el corte de césped y lo dejaron sobre las cunetas de aguas lluvia, con lo cual se puede llegar a originar obstrucciones sobre las mismas debido a la obstrucción del paso normal del flujo de agua donde a su vez se crea un foco de contaminación para los habitantes aledaños al sector como un impacto negativo al paisaje aledaño al mismo, el cual es una zona altamente transitada.

Foto 5. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 6. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 7. Predio en Llanogrande, Rionegro, donde realizan aprovechamiento de corte de césped y poda. Fuente: Amalita C. y Laura S.

En este predio de Llanogrande en Rionegro, se identificó a un particular que realiza actividades de aprovechamiento a los residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, provenientes de parcelaciones aledañas del sector, con los cuales elabora viruta para pesebreras, compostaje, madera para la elaboración de muebles y viviendas, ornato para jardines, entre otros; sin embargo, al predio está llegando a un volumen considerable de estos residuos, que dificulta al propietario el manejo de los mismos, a pesar de la variedad de alternativas que implementa en el inmueble, hasta el punto de tener que limitar la recepción de los residuos, ver foto 7.

Foto 8. Sector Politécnico, municipio de Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Otro punto crítico que se identificó en el Municipio de Rionegro, debido al mantenimiento de áreas públicas en el sector del Politécnico, con un inadecuado manejo de residuos vegetales, estuvieron acopiados por un tiempo considerable, los cuales finalmente fueron recogidos por la empresa de aseo y dispuestos en el relleno sanitario La Pradera.

Foto 9. Restos de poda sobre la berma de las vía, barrio San Antonio, municipio de Rionegro. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Residuos dispuestos inadecuadamente sobre entrada al barrio San Antonio de Pereira, del municipio de Rionegro.

Foto 10. Erradicación de árboles para la ampliación de una carrada, municipio de Rionegro.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 11. Erradicación de árboles en predio privado del municipio de Rionegro.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Municipio de Sonsón

Dentro de los diferentes recorridos realizados para identificar acciones de manejo en los diferentes Municipios de la Región que son objeto de estudio en el presente proyecto, se puedo establecer como en el Municipio de Sonsón la situación de manejo de los residuos del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas no es diferente, situación que se originó a raíz de la ejecución de una obra pública que para este caso fue la construcción de una vía Veredal de dicho Municipio, donde el material vegetal que debió ser erradicado se dejó a un lado de la vía sin ningún tipo de manejo ni control ocasiones perturbaciones al paisaje (Ver foto 12).

Foto 12. Vereda Naranjal Bajo, municipio de Sonsón.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Municipio de El Retiro

En el municipio de El Retiro sobre una de sus vías de acceso, se encuentra un botadero informal de material vegetal, en donde los residuos son dispuestos sin ningún mecanismo de control en una ladera con pendiente superior al 75% y que hace parte del retiro de protección de una fuente hídrica de influencia del predio, como se puede

observar en la foto 14**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; donde existe la posibilidad de contaminar y perturbar el flujo natural de la quebrada.

Foto 13. Botadero informal, municipio de El Retiro.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 14. Botadero informal, municipio de El Retiro.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 15. Botadero informal, municipio de El Retiro.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Municipio de La Ceja

En el Municipio de La Ceja, en la Vereda el Chuscalito, se identificó de igual manera un botadero informal a cielo abierto, donde unos habitantes del sector reciben el material vegetal para la cocción de alimentos. No obstante, los residuos no tienen un adecuado almacenamiento (ver foto 16), ni un aprovechamiento total de los mismos, ya que los excedentes se encuentra dispersos por todo el predio.

Foto 16. Botadero informal, vereda El Chuscal, municipio de La Ceja. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Foto 17. Botadero informal, vereda El Chuscal, municipio de La Ceja. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Municipio de El Santuario.

En el Municipio de El Santuario los residuos generados por el mantenimiento de zonas verdes fueron dispuestos posteriormente sobre la berma de la calzada (ver foto 18).

Foto 18. Residuos producto del mantenimiento de vías, El Santuario. Fuente: equipo de trabajo. Fuente: Amalita C. y Laura S.

Municipio de Marinilla

Se evidenció la poda de un cerco vivo en pino en las afueras del municipio, donde se realizó una disposición inadecuada, al dejar los residuos abandonados sobre la vía, y posteriormente en varias verificaciones que se realizaron, el residuo continuaba en la zona, siendo un foco de contaminación y afectación de la belleza paisajística del lugar (ver foto 19).

Foto 19. Poda de árboles vía Marinilla. Fuente: equipo de trabajo.
Fuente: Amalita C. y Laura S.

Como se puede observar, con la construcción de la doble calzada de la autopista Medellín , Bogotá, en el tramo Marinilla , Santuario, se evidenció el depósito inadecuado de material vegetal abandonado en la vía, y aún existente en la actualidad, por falta de alternativas de manejo y aprovechamiento de dichos residuos (ver foto 20).

.

Foto 20. Erradicación de árboles para construcción de doble calzada, municipio de Marinilla. Fuente: Amalita C. y Laura S.

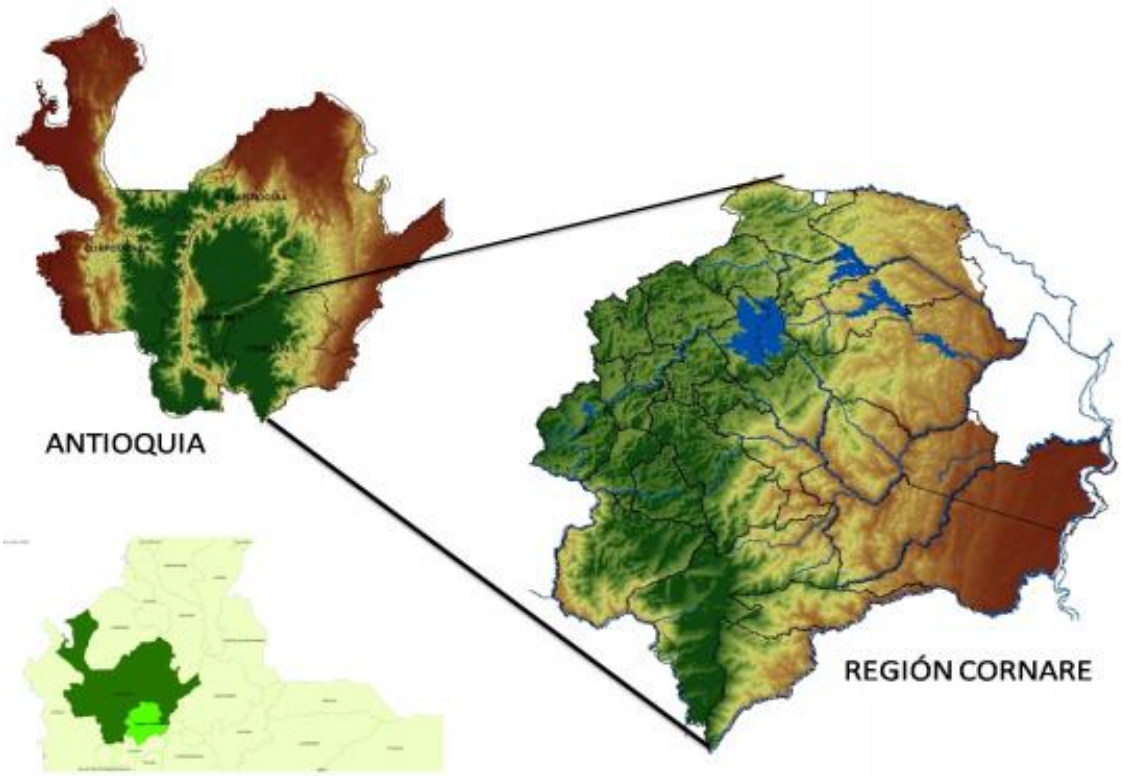
Alternativas Propuestas

El área propuesta para la implementación de las alternativas está localizada al Oriente del departamento de Antioquia y hace parte de las 9 subregiones en las que está divid

ido el Departamento, esta zona es a su vez recorrida por la Cordillera Central que forma al sur el Páramo de Sonsón y más hacia el Norte los Valles de La Ceja y El Santuario, además de extenderse hasta la confluencia de los ríos Cauca y Nechí, comprende todos los pisos altitudinales, desde alturas cercanas al nivel del mar hasta los 3400 msnm (ver figura 3).

Se realizaron visitas de campo para identificar las actuales acciones de manejo a los residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas; además de la recolección de información primaria sobre las dificultades que se tienen en los municipios de la jurisdicción frente a la gestión de dicho material.

Figura 3. Plan de acción Cornare



Fuente: Plan de Acción CORNARE. 2012-2015.

Con la información obtenida y el análisis realizado, se propuso la implementación de dos alternativas para el manejo de los residuos aprovechables provenientes del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas que se deben realizar como una actividad inherente a la prestación del servicio público de aseo en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE.

Para un aprovechamiento adecuado de los residuos del corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, se plantea que se adecuen en cada uno de los 26 municipios de la Corporación Ambiental, estaciones de clasificación (ECA) para el almacenamiento de estos residuos son centros de acopio de aproximadamente 3 a 4 cuadras de área, diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, donde

se pesarán los residuos almacenados, se clasificaran y se llevará a cabo la comercialización de este material con las autorizaciones ambientales a que haya lugar (SUI, 2015, 1).

Estas Estaciones de Clasificación deberán están dotadas con equipos y herramientas necesarias para el triturado y adecuación necesaria para su utilización para ser finalmente utilizados tanto en zonas con potencial de ser recuperadas, como suelos degradados o suelos en procesos de sucesión, además del almacenamiento de tallos y ramas, para ser empleadas en las estufas eficientes como medio de generación de energía.

Para llevar a cabo un correcto aprovechamiento de estos residuos y una implementación de las dos alternativas que aquí se propone se deberá establecer en cada Municipio un día para la recolección solo de este residuo, que evite la mezcla de estos con los otros residuos que son generados que disminuya su poder de aprovechamiento más aún si serán utilizados como medio de generación de energía para el uso de estufas eficientes.

Se propone el lunes como día de recolección de residuos corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas, teniendo en cuenta que muchas personas el fin de semana realizan las labores de mantenimiento en las zonas verdes, y además de ejecutar acciones acordes con la idea de regionalizar, pero este día de recolección dependerá de la planeación tanto de los recursos y como de la prestación en general del servicio de recolección de residuos en cada Municipio, asignando la frecuencia más apropiada para cada uno de estos en su jurisdicción.

Tabla 8. Equipos y maquinaria utilizada en las estaciones de clasificación

Equipos y maquinaria utilizadas en el corte de césped y poda de árboles Descripción de equipos y maquinaria utilizada				
Tipo	Cantidad	Modelo	Capacidad	Estado
Moto carro cilindrada mínima	1	S.D	S.D	Bueno
Motosierra	1	S.D	S.D	Bueno
Serrotes	1	S.D	S.D	Bueno
Desjarretaderas tipo tijera	1	S.D	S.D	Bueno
Tijeras de poda con cuchillas en acero	1	S.D	S.D	Bueno

Fuente: PGIRS Municipio de Rionegro 2015.

Foto 21. Fuente: empresa Retirar, El Retiro.

Foto 22. Fuente: empresa Retirar, El Retiro.

Posteriormente se entregará un documento a las administraciones municipales, empresas prestadoras del servicio público de aseo y a la Corporación Autónoma Regional CORNARE, con el fin que sea implementado, ejecutado y replicado, y así propender por la conservación de los recursos naturales existentes en nuestra Región.

A continuación se hace un desarrollo de cada una de las alternativas que se proponen como parte fundamental de este proyecto:

Alternativa de aprovechamiento de biomasa como combustión leñosa.

Las estrategias para la utilización de la biomasa se proponen como un complemento al proyecto HUELLAS (Huertos Leñeros y Estufas Eficientes), liderado por CORNARE, con el cual se pretende mejorar la calidad de vida de las familias que requieren de la combustión leñosa para la cocción de alimentos y a la vez, evitar la tala de individuos forestales en procesos de sucesión, que son los encargados de regenerar los bosques y garantizar la preservación de las diferentes especies asociadas a dichos ecosistemas.

En el mismo sentido, la estrategia que se propone en este proyecto pretende que las alcaldías municipales a través de sus prestadores de servicios públicos, por medio de las ECA's establezcan un proceso de inclusión, que permitan que las familias de escasos recursos se beneficien cuando no cuenten con el área requerida para implementar en sus predios un huerto leñero que les permita el cultivo de las especies necesarias para dicha actividad. Como la propuesta es que cada municipio tenga su Chipiadora y centro de acopio, en lo posible tratar de disponer los restos de poda *in , situ* sin ningún costo, e identificando previamente cuales pueden ser las familias cercanas al sitio donde se realizará el manejo, para que ellos vayan por material

leñosos; además de informarles también que días al mes pueden ir a los centros de acopio. A las familias que requieren de los residuos vegetales como combustión leñosa para la cocción de sus alimentos no se les cobraría, dado que estas familias beneficiarias de las estufas eficientes pertenecen generalmente a los estratos socioeconómicos 1 y 2. De no ser posible la propuesta antes mencionada, el municipio planeará una logística para desplazar el material hasta las veredas cercanas, para que a población aproveche dichos residuos.

El sostenimiento de esta actividad de manejo y aprovechamiento, será posible con el aporte (autónomo de cada municipio), de los particulares, empresas y/o personas con mayores ingresos económicos.

Fuente: CORNARE, proyecto Huellas 2015.

Compostaje inmaduro para la recuperación de suelos.

Como se relacionó en el marco teórico del presente estudio, el compostaje inmaduro permite mejorar problemas de erosión y estabilizar la estructura del suelo, por lo que no es necesario alcanzar un alto grado de madurez, dado que en esa etapa permite la actividad microbiana y el intercambio de nutrientes en el suelo.

En los mapas que se presentan en las figuras 4 y 5 se observa una alta intervención en los suelos de la jurisdicción de CORNARE, tanto por hechos antrópicos como naturales, elemento importante que motiva la aplicación de un sustrato que incremente la disponibilidad de nutrientes en cualquier suelo degradado, el cual no presente pendientes superiores al 20%.

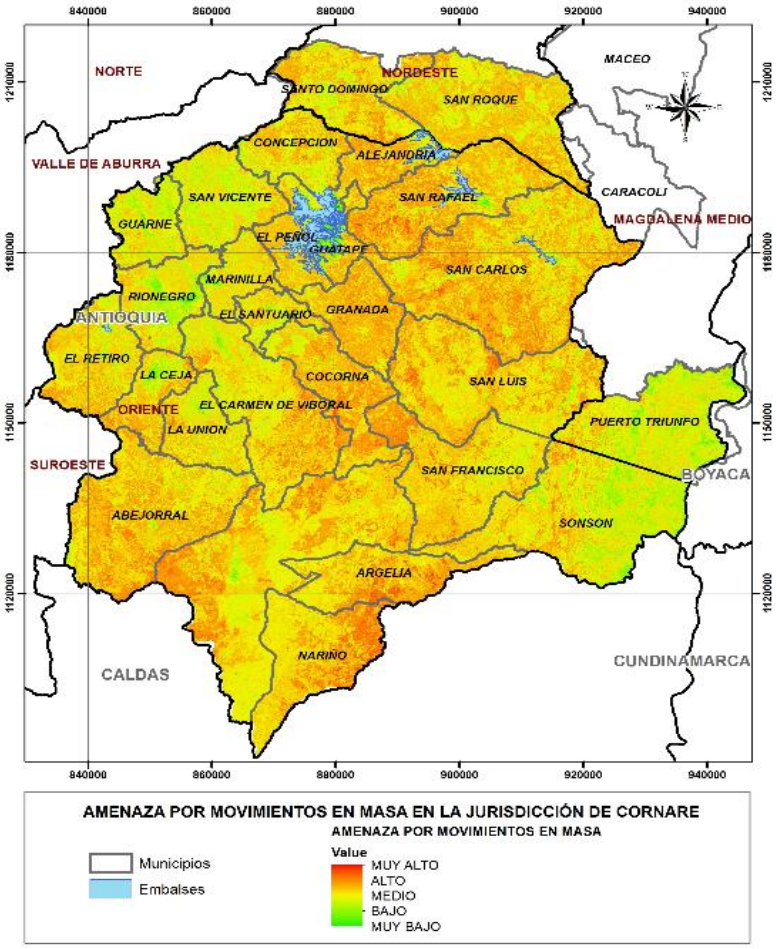
A su vez, los mapas permiten analizar las necesidades de los ecosistemas por la alta intervención y las posibilidades de un aprovechamiento oportuno de este material vegetal. En algunos municipios como Cocorná, Granada, San Carlos, San Rafael, Argelia y Nariño (ver figura 4); se puede observar la alta susceptibilidad de estos suelos a movimientos en masa; esto se debe a las considerables pendientes, problemas de vertimientos de aguas domésticas, composición del suelo y mal manejo de actividades antrópicas como la agricultura y la ganadería.

En el municipio de Puerto Triunfo y una parte de Sonsón (ver figura 5) se evidencian una mayor intervención y esto se debe a las actividades ganaderas, que erosionan y desertifican las capas del suelo; provocando ecosistemas edáficos más vulnerables.

El material vegetal triturado será acopiado en las ECAs de los municipios y se distribuirá una vez a la semana, conforme a los requerimientos del Ente Territorial, teniendo en cuenta el volumen generado y las necesidades de la población.

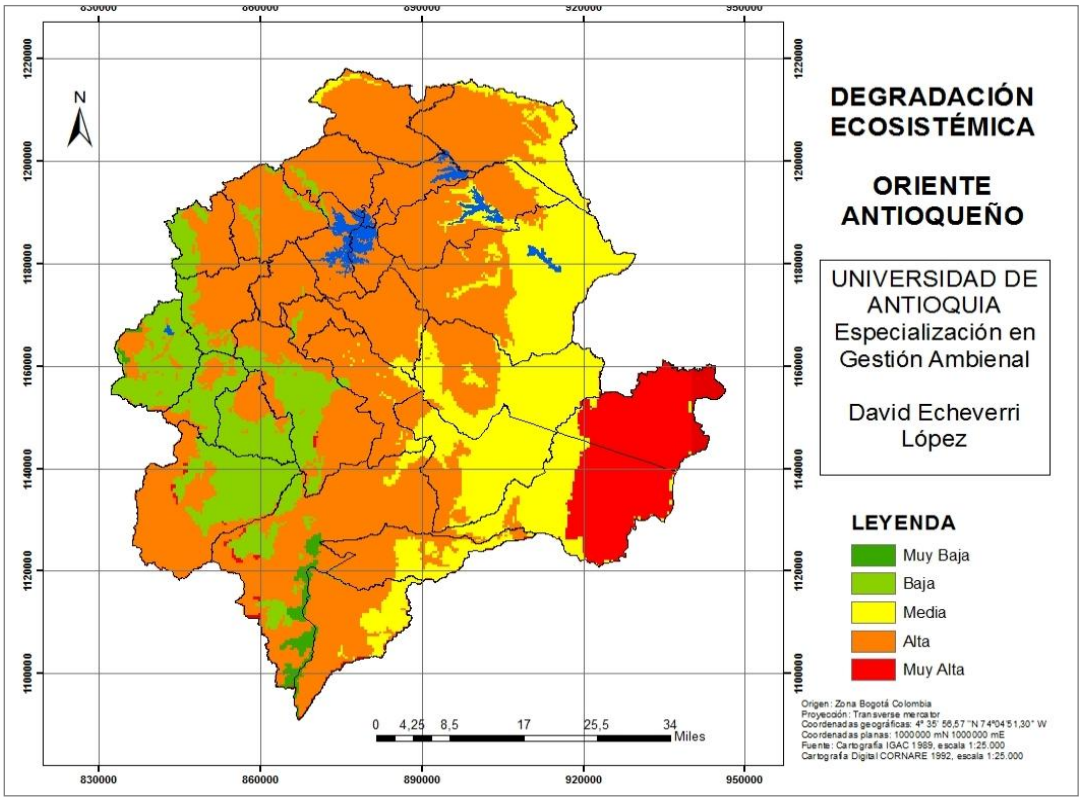
En lo posible y de acuerdo a las condiciones de la unidad territorial, se propone que el material chipiado generalmente sea dispuesto en zonas degradadas cercanas o *in situ,* por lo concerniente a temas de rendimiento y logística.

Figura 4. Mapa de amenaza por movimiento en masa.



Fuente: Amalita C. y Laura S.

Figura 5. Mapa degradación ecosistémica.



Fuente: CORNARE.

Articulación de las alternativas con los planes, programas y proyectos de los municipios y la corporación ambiental

Después de realizar la revisión de los diferentes planes, programas y proyectos existentes en la Región en cuanto al manejo de residuos sólidos, se propone como esquema inicial de articulación y en concordancia con los lineamientos del Decreto 1077 de 2015, incluir estas alternativas de aprovechamiento en las actividades desarrolladas actualmente en los municipios y viabilizar los impactos positivos de las dos alternativas propuestas, con el fin de que los actores que crean y reglamentan las políticas, puedan establecer estas actividades en sus planes de gobierno y especialmente en los PGIRS (Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos) y en los

PMIRS (Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos), y otros proyectos que se puedan gestar para el beneficio de las comunidades con la participación activa de los diferentes actores (sector privado, instituciones, grupos organizados) para el aprovechamiento de éstos residuos.

En cuanto al tema de capacitación ambiental se propone la articulación con la línea estrategia de educación, gestión y participación social, donde se motiva la implementación de políticas educativas y pedagógicas, orientadas a la formación y potenciación de habilidades y destrezas que aporten a la gestión ambiental y al mejoramiento de la calidad de vida de la población (Cornare, 2012, 28).

La Corporación Ambiental tiene la facultad para suscribir convenios y contratos con entidades públicas y privadas, con el objeto de la protección del medio ambiente y los recursos naturales ((Cornare, 2012, 33); en este sentido son pertinentes los procesos de articulación porque permiten unificar esfuerzos para la transformación del territorio con la participación de los diferentes actores.

Programa de capacitación en el manejo adecuado de residuos de corte de césped y poda de árboles

Se empezará capacitando a todo el personal vinculado con procesos de manejo de residuos sólidos, a través de campañas de cultura ambiental; de separación en la fuente; diseño de plegables y manuales que incluyan alternativas de aprovechamiento de la masa leñosa, el césped y la hojarasca; difusión por los diferentes medios informativos; capacitación técnica y de operación de los equipos y herramientas que se utilizarán en el proceso. Posterior a esto, se deberá socializar con la comunidad los

logros obtenidos con la articulación y los lineamientos establecidos para ser aplicados en la jurisdicción de CORNARE.

El proceso de educación será fundamental para que las personas realicen un mejor manejo y aprovechamiento de este residuo; la información de las afectaciones por disposición a cielo abierto, fuentes hídricas, incineración y en rellenos sanitarios; dará una mayor claridad y responsabilidad ambiental a los habitantes de la región; quienes tienen la percepción que por ser un residuo orgánico, no requiere de un manejo especial y que por ende su disposición puede efectuarse en cualquier lugar.

Para este proceso es importante entender que se considera la Educación Ambiental como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural. Este proceso debe generar en el educando y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente, y de esta manera, propiciar un mejoramiento de la calidad de vida, en una concepción de desarrollo humano que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes, asegurando el bienestar de las generaciones futuras (UNAL, 2007, 25).

Para la realización de la propuesta de educación y sensibilización ambiental, se ha diseñado el siguiente plegable, con el objetivo de fomentar una mayor responsabilidad en el manejo adecuado de los residuos de corte de césped y poda de árboles, de las comunidades de la jurisdicción de Cornare.

RESIDUOS DE PODA Y CORTE DE CESPED

Los árboles son un elemento valiosísimo en los ecosistemas debido a su tamaño, forma, color, cambios fenológicos y contribución paisajística. Además contribuyen con la reducción de la temperatura, la regulación de la humedad del aire, la protección de los suelos y en la infraestructura contra la incidencia de los rayos solares, son amortiguadores de ruido, absorben gas carbónico y retienen material particulado.

TALA

Consiste en cortar un árbol por las siguientes razones:

** Árboles que ponen en peligro casas, obras públicas, monumentos, edificios y la movilidad urbana.*

** Árboles que interfieren con redes de servicio público, fachadas de edificio y monumentos.*

** Construcción o ampliación de calles, avenidas u otras obras de infraestructura vial.*

** Mantenimiento o construcción de unidades habitacionales o edificio.*

** Obstrucción de iluminación*

** Arboles con apariencia estética poco atractiva, enfermos o muertos.*

** Poco espaciamiento entre árboles.*

Poda: Son cortes que se realizan en algunas partes de los arboles (principalmente ramas y raíces):

** Asegurar la viabilidad de los árboles y la integridad de los transeúntes y sus bienes.*
** Darle formación y equilibrio al árbol, por aspectos relacionados con su sanidad.*

** Mejorar la visibilidad de las señales de tránsito, el alumbrado público y el desplazamiento de vehículos y personas.*

** Minimizar los riesgos derivados de su eventual caída.*

Los podas deben ser realizadas con herramientas adecuadas y los cuidados posteriores para mantener su forma, salud y longevidad.

Rocería: Corte de pastos y arvenses que crecen en zonas verdes y que se debe realizar cuando supera los 5 cm.

IMPACTOS POR INADECUADO MANEJO DE CORTE DE CÉSPED Y PODA

** Afectación a fuentes hídricas por disposición de material vegetal.*
** Generación de gases por incineración de material vegetal.*
** Disminuye la vida útil del relleno sanitario*
** Afectación a la belleza paisajística*
** Afectación a micro ecosistemas*

RECOMENDACIONES:

** Que las empresas prestadoras de servicios públicos de la Región, ofrezcan alternativas de manejo y aprovechamiento de los restos de corte de césped y poda.*

** Realizar mayores procesos de sensibilización que permitan a la sociedad civil una mayor responsabilidad ambiental a la hora de disponer estos residuos.*

**Que se potencien e impulsen las propuestas de aprovechamiento.*

** Que se incluya en los PGIRS Municipales y se le dé total cumplimiento a las acciones allí consideradas.*

** Que se generen sanciones para los infractores.*

** Que se le facilite el producto a personas de escasos recursos que lo requieran.*

" Por el manejo adecuado del poda y corte de césped...un entorno más organizado"

Fuente: Amalita C. y Laura S.

Análisis y discusión

- ✓ En la actualidad se vienen realizando de forma general inadecuadas prácticas de manejo y aprovechamiento de los residuos de corte de césped y poda de árboles, los cuales se vienen disponiendo en botaderos a cielo abierto y en rellenos sanitarios, incinerándose sin los debidos controles; convirtiéndose en focos de contaminación que alteran la belleza paisajística y los ecosistemas estratégicos.
- ✓ La mayoría de la población asentada en la jurisdicción de Cornare, tiene poco conocimiento sobre las alternativas de aprovechamiento de los residuos del corte de césped y poda de árboles.
- ✓ Desde los PGIRS municipales y las empresas prestadoras del servicio de recolección de residuos no se han impulsado iniciativas de capacitación y aprovechamiento de los residuos de corte de césped y poda de árboles, a pesar de las potencialidades y volúmenes considerables que se están manejando en cada municipio.
- ✓ Con el desarrollo de las propuestas planteadas se logrará la incorporación de las alternativas en el manejo adecuado, disposición y aprovechamiento de los residuos orgánicos de restos de poda y corte de césped en los PGIRS de los municipios de la jurisdicción de CORNARE, teniendo en cuenta que el nuevo Decreto 1077 de 2015 considera este residuo como de especial atención.
- ✓ Se pretende la articulación con los PGIRS, con los Planes de Desarrollo Municipales y los Planes de Ordenamiento Territorial, mediante la incorporación del documento final, como herramienta de gestión y manejo adecuado del respectivo residuo. Se pretenden realizar mesas de trabajo con las personas que tienen injerencia

en el desarrollo de los diferentes planes, para que en colectivo se puedan ajustas e implementar las alternativas propuestas.

- ✓ La sensibilización ambiental, se considera una herramienta fundamental para los diferentes actores involucrados en la generación, el manejo y el aprovechamiento de estos residuos.
- ✓ Los centros de acopio propuestos en los municipios para el manejo de los residuos orgánicos y su separación, permitirán el aprovechamiento como sustrato y combustible leñoso; conforme a la normativa vigente del adecuado manejo de residuos.
- ✓ Las familias que tienen estufas eficientes y carecen o tienen dificultad con los huertos leñeros, puedan utilizar este residuo como combustión leñosa en la cocción de sus alimentos y otras actividades que así lo requieran.
- ✓ Con la implementación de las alternativas es probable que se reduzca la cantidad de residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas que están siendo dispuestos en los rellenos sanitarios de la jurisdicción de CORNARE, posibilitando una mayor vida útil de estos.
- ✓ Con la aplicación del sustrato inmaduro en los suelos de la Región, se pretende la incorporación de nutrientes para fines forestales, agrícolas y pecuarios.
- ✓ Con el suministro de mayor cantidad de materia orgánica triturada, se prevé el mejoramiento de la estructura y fertilidad del suelo, reteniendo la humedad del horizonte superficial; favoreciendo la proliferación de micro ecosistemas edáficos que permiten el intercambio de nutrientes.
- ✓ Con las alternativas es posible disminuir la presión a los ecosistemas naturales por las actividades extractivas de madera para el sustento de familias rurales.

A su vez, el adecuado manejo de estos residuos, permite una mayor vida útil de los rellenos sanitarios de cada municipio, dado que los volúmenes de recepción son considerables.

- ✓ Aumento de la disponibilidad de fuentes de combustión para las familias que lo requieran para la satisfacción de sus necesidades y por ende, del mejoramiento de la calidad de vida.
- ✓ Es posible un mayor proceso de articulación entre los actores involucrados, en cuanto a la ejecución de planes y programas que se orienten al adecuado manejo de residuos de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas pública.
- ✓ Desde la Corporación se consultaron los 26 expedientes donde registran los PGIRS actualizados y los del año 2005; en la mitad de los Pgirs no se hace referencia al tema de residuos de corte de poda y césped, ni siquiera desde los residuos orgánicos.
- ✓ Además de esto se realizó consulta a todos los funcionarios de Cornare que manejan todo el tema de residuos en la región y la respuesta es que ningún municipio tiene un plan organizado, por lo general este residuo se dispone en botaderos a cielo abierto o es llevado a los rellenos sanitarios; de igual forma se reportó ese manejo en las empresas prestadoras de servicio público a los cuales se llamaron.
- ✓ Las empresas prestadoras del servicio de poda de árboles y corte de césped, deben realizar el chipiado in situ, y si existen suelos con potencial de recuperación en la misma zona, dispongan el material en terrenos correspondientes.

- ✓ Se considera como una acción relevante de la gestión ambiental territorial que en los 26 municipios disminuyan las afectaciones ambientales y sociales causadas por la inadecuada disposición de este residuo en fuentes hídricas, botaderos a cielo abierto, e incineración; a través del cumplimiento de las actividades propuestas en los planes de gestión integral de residuos de cada municipio, por parte de las alcaldías y la Corporación Ambiental. Así mismo, se pretende que con el documento final producto de este proyecto, se socialice a las personas, con el fin de que se destinen los recursos necesarios y se garantice la gestión para la ejecución del proyecto y su sostenibilidad en el tiempo.

Conclusiones

- ✓ El aprovechamiento de la biomasa leñosa como fuente energética es una alternativa eficiente, teniendo en cuenta los volúmenes que se están generando en los 26 municipios de la jurisdicción de Cornare y la articulación con el proyecto de estufas y huertos leñeros.

- ✓ Los estudios realizados por la corporación ambiental Cornare evidencian el alto grado de deterioro e intervención de los suelos de su área de influencia, en los cuales es viable y pertinente realizar la recuperación de éstos a través de la aplicación de sustratos inmaduros.

- ✓ La identificación y realización de mesas de trabajo con los diferentes líderes de los 26 municipios de Cornare, permitirá que se integren esfuerzos con objetivos claros de aprovechamiento del corte de césped y poda de árboles, bajo la línea de los diferentes planes, programas y proyectos.

- ✓ La educación permitirá comportamientos más responsables social y ambientalmente, con la implementación de alternativas de aprovechamiento y manejo de residuos de corte de césped y poda de árboles; lo cual a su vez, contribuya con la conservación de los recursos naturales y un buen ejemplo para las futuras generaciones.

- ✓ Existe poco conocimiento de las personas sobre el aprovechamiento y manejo de residuos de corte de césped y poda de árboles; este es considerado como un desecho orgánico que puede ser dispuesto en cualquier botadero a cielo abierto o incinerado.

- ✓ A pesar de que la normativa vigente (Decreto 1077 de 2015) en cuanto a residuos sólidos, considera dentro de sus lineamientos y como programa a ser incluido en la prestación del servicio público de aseo el aprovechamiento y manejo de poda de árboles y corte de césped; sólo dos de los PGIRS revisados establecen ítems y actividades orientadas a la adecuada gestión de estos residuos.
- ✓ Se espera que se puedan orientar los recursos disponibles y los esfuerzos técnicos, financieros e investigativos, para la ejecución de procesos de manejo, disposición y aprovechamiento de residuos de poda y corte de césped, facilitando la articulación de los procesos y la recuperación estructural y funcional de los ecosistemas; y generar una herramienta para la autoridad ambiental y los entes territoriales que ejercen jurisdicción en la zona, para que puedan llevar a cabo estas estrategias propuestas de aprovechamiento.
- ✓ Conforme a las consultas realizadas en los PGIRS de los 26 municipios de la jurisdicción CORNARE, al personal de las empresas prestadoras del servicio de aseo y a funcionarios de la Corporación Ambiental, no se evidencian avances significativos para el adecuado manejo de estos residuos, debido a que sigue siendo un tema de informalidad, poco estandarizado y sin los registros y estrategias requeridas para su buena gestión.
- ✓ No fue posible consolidar un diagnóstico claro en cuanto a la generación del material proveniente del corte de césped y poda de árboles ni de las familias potenciales que podrían beneficiarse con el desarrollo del proyecto, dado que las personas que tienen injerencia en el tema, no manejan un consolidado de la información.

- ✓ No se evidenció la articulación entre las empresas prestadoras del servicio de aseo, la Corporación Ambiental, las administraciones municipales y los privados que desarrollan diferentes alternativas de aprovechamiento; necesaria para mejorar la gestión eficiente de los residuos de poda de árboles y corte de césped.
- ✓ Existe pocas estrategias de difusión y educación ambiental, orientadas al aprovechamiento y manejo de los residuos.
- ✓ Las entidades territoriales no cuentan con los inventarios de áreas con potencial de recuperación ni de las zonas que demandan mantenimiento de poda de árboles y corte de césped.
- ✓ Los municipios de la jurisdicción de Cornare, carecen de los recursos tecnológicos, físicos y financieros, necesarios para el aprovechamiento de dichos residuos.
- ✓ No se ha realizado el suficiente acompañamiento desde la Nación, a los municipios y entidades afines al manejo de residuos vegetales como la poda de árboles y corte de césped; para lograr un eficiente manejo e implementación de alternativas para el aprovechamiento de este material.
- ✓ Existe poca conciencia ciudadana frente a la generación de impactos negativos, con la inadecuada disposición de los residuos.
- ✓ Dado los volúmenes de generación del residuo, existiría la posibilidad de implementar muchas más alternativas para su adecuada gestión.

Referencias

Área Metropolitana de Medellín. (2006). *Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos regional del valle de aburrá , pgirs regional*. Recuperado de: http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/PGIRS/Cap.%20III%20Diagn%C3%B3stico.pdf.

Área Metropolitana de Medellín. (2010). *Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería*. Recuperado de: http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/CARTILLA_TALA_PODA_Y_ROCERIA.pdf.

Aristizábal H. Javier D. (2010).*Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la cordillera oriental*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-07392010000200006&script=sci_arttext.

Arrigo N., Jiménez, M., Palma, R. Benito, M., y Tortarolo M. (2005). *Residuos de poda compostados y sin compostar: uso potencial como enmienda orgánica en suelo*. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v23n1/v23n1a10.pdf.

Bárbaro, L., Buyatti, M., Karlanian, M. y, Morisigue D. (2011). *Restos de poda compostados como alternativa al uso de suelo como sustrato para plantas ornamentales en macetas*. Recuperado de: http://inta.gob.ar/documentos/restos-de-poda-compostados-como-alternativa-al-uso-de-suelo-como/at_multi_download/file/Restos%20de%20poda%20compostados%20como%20alternativa%20al%20uso%20de%20suelo%20como.pdf.

Blanco, J., García, L. y Álvarez, M. (2013).*Condicionantes económicos del aprovechamiento de biomasa forestal con fines energéticos. Una revisión de las estimaciones para el norte de España.* Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30126353003.

Cámara, A., Flores, M., y Fuentes, P. (2011).*Análisis económico y medioambiental del sector eléctrico en España*. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30120840004.

Castellanos-Barliza, J. y Peláez, J. (2010). *Descomposición de hojarasca y liberación de nutrientes en plantaciones de Acacia mangium (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia*. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918841009.

Colombia. Ministerio Del Medio Ambiente. (2009). *Plan nacional de restauración: Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá D.C: Ministerio del Medio Ambiente.

Compostandociencia. (2013). *Materiales para hacer compost: Restos de poda de césped*. Recuperado de: http://www.compostandociencia.com/2013/11/caracteristicas-agroquimicas-cesped-html/.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare CORNARE. (2015). Actividades para obtención de indicadores de gasto de consumo de leña en 50 familias beneficiarias en el oriente antioqueño.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare CORNARE. (2015). *Huellas*. Recuperado de: http://www.cornare.gov.co/component/content/article/123-programas-y-proyectos/175-huellas.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare, CORNARE. (2012). Plan de acción 2012-2015 "*Por un desarrollo sostenible incluyente*". Recuperado de: http://www.cornare.gov.co/PlanAccion/2012-2015/plan_de_accion-2012-2015.pdf.

Decreto 1077. (2015): *Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio*.

Del Valle , Arango, J. (2003). *Cantidad, calidad y nutrientes reciclados por la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacífico sur colombiano*. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/339/33908303.pdf.

Durán, V.H., Rodríguez, C.R., Francia, J.R., Sayadi, S., Jiménez, J.A., Perea, F. (2014).*Biomasa de cultivos leñosos de rotación corta para la producción sostenible de energía: oportunidades y retos*. Recuperado de: http://www.sjruraldevelopment.org/es/journal/340/biomasa-de-cultivos-lenosos-de-rotacion-corta-para-la-produccion-sostenible-de-energia-oportunidades-y-retos/

Extension.illinois.edu. (2016). *Pautas para cortar el césped de manera adecuada*. Recuperado de: http://extension.illinois.edu/lawntalk_sp/planting/guidelines_for_mowing_lawns.cfm.

Fernández, Alejandro y Sánchez , Osuna, Mayra. (2007). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Recuperado de: https://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf

Fernández G., Eduardo. (2015). *Proyecto Otersu, observatorio de tecnologías para residuos sólidos urbanos con máximo aprovechamiento y mínimo vertido*. Recuperado de: http://www.otersu.es/pages/docs/081216_CT_E.Fernandez_Conama%209.pdf.

Fernández, Jesús. (2015). *Energías renovables para todos: Biomasa*. Recuperado de: http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-biomasa.pdf.

García-Ubaque, C., Vaca-Bohórquez, M., y Talero G. (2013). *Aprovechamiento de Biomasa Peletizada en el Sector Ladrillero en Bogotá-Colombia: Análisis Energético y Ambiental.* Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000300013&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

Gómez-Rey, R. Calvo de Anta. (2002). *Datos para el desarrollo de una red integrada de seguimiento de la calidad de suelos en Galicia (España): balances geoquímicos en suelos forestales (Pinus radiata). Aportes de elementos por deposición atmosférica y hojarasca*. Recuperado de: http://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/partes%20volumen%209-2/paginas%20181-196.pdf.

Hernández P., Laura. (2013).*Gestión de los restos de poda de las zonas ajardinadas municipales de la localidad de Altea.* Recuperado de: http://hdl.handle.net/10251/34098.

Iglesias Jiménez, Emeterio. (2016). *Aspectos físico-químicos, biológicos y microbiológicos del proceso de compostaje. Evaluación de la calidad.* Recuperado de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/92881/1/3%202%20Unidad%20tematica%204.pdf.

Infoagro. (2016). *Valoración agronómica del compost y factores limitantes de su aplicación (Parte I*). Recuperado de: http://www.infoagro.com/documentos/valoracion_agronomica_del_compost_y_factores_limitantes_su_aplicacion__parte_i_.asp.

Huerta, Oscar, López, Marga, Soliva, Montserrat y Zaloña, María. (2008). *Compostaje de residuos municipales: Control del proceso, rendimiento y calidad del producto*. Recuperado de: http://web-resol.org/cartilhas/compostaje.pdf.

Martínez, Judith. (2013). *Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorgánicas del suelo en el valle medio del Río Sinú*. Recuperado de: http://www.bdigital.unal.edu.co/11621/1/64557713.2014.

Murcia M., y Ochoa M. (2012).*Respiración del suelo y caída de hojarasca en el matorral del bosque Altoandino (cuenca del río Pamplonita, Colombia)*.Recuperado de: http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36434.

Ochoa Soto, Isabel. (2016). *Curso de compostaje en la UAM: tipos de compost*. Recuperado de: https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/7.TIPOS%20DE%20COMPOST.pdf.

Pérez, C., Armesto, J., y Ruthsatz, B. (1991).*Descomposición de hojas, biomasa de raíces y características de los suelos en bosques mixtos de coníferas y especies laurifolias en el Parque Nacional Chiloé, Chile*. Recuperado de: http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1991/3/Perez_et_al_1991.pdf.

Municipio de Abejorral (2014). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Abejorral: El Municipio.

Municipio de Argelia. (2004).*Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Argelia: El Municipio.

Municipio de El Retiro. (2014). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. El Retiro: El Municipio.

Municipio de La Ceja. (2014). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.* La Ceja: El Municipio.

Municipio de La Unión. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. La Unión: El Municipio.

Municipio de Marinilla. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Marinilla: El Municipio.

Municipio de Nariño. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Nariño: El Municipio.

Municipio de Rionegro. (2014). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Rionegro: El Municipio.

Municipio de San Vicente. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. San Vicente: El Municipio.

Municipio de Santo Domingo. (2004). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Santo Domingo: El Municipio.

Municipio de Sonsón. (2014). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Sonsón : El Municipio.

Ravera, F., , et al.,. (2009). *Proceso y métodos de evaluación integrada participativa de degradación en agroecosistemas semiáridos: Un caso de estudio en un área protegida en el trópico seco nicaragüense. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 13*. Recuperado de http://www.redibec.org/IVO/rev13_06.pdf.

Ríos-Franco, C., , et al.,. (2013). *Toolbox para la identificación de áreas prioritarias para la conservacion. Modelo SIG dinámico V1.0. WildlifeConservationSociety. Santiago de Cali, Colombia. MacArthur Foundation*.

Rodríguez S., Marcos A. y Córdova V., Ana. (2006). *Manual de compostaje municipalTratamiento de residuos sólidos urbanos*. Recuperado de: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/499.pdf.

Salamanca C., Eduar Mauricio. (2014).*Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.* Recuperado de: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/1931.

Sánchez S., Milera M., Suárez J. y Alonso O. (1996). *Evolución de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional racional intensivo*. Recuperado de:

http://www.academia.edu/3089464/Evoluci%C3%B3n_de_la_biota_del_suelo_en_un_sistema_de_manejo_rotacional_racional_intensivo.

Sánchez, S., Moya, A., Moya, I., Romero, I., y Torrero R. (2015). *Aprovechamiento del residuo de poda del olivar mediante conversión termoquímica*. Recuperado de: http://www.inese.es/html/files/pdf/amb/iq/391/09articulo.pdf.

Sepúlveda V., Luís A. (2015). *VII feria y seminario internacional gestión integral de residuos sólidos y peligrosos*. ACODAL.

SUI: Sistema Único de Información de Servicios Públicos. (2015). *Servicio de aseo*. Recuperado de http://www.sui.gov.co/SUIAuth/portada.jsp?servicioPortada=3.

Tenecela Y., Xavier. (2012).*Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos.* Recuperado de: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3252.

Universidad Nacional. (2007). *Educación ambiental.* Recuperado de: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007225/lecciones/capitulo1/04-queseentiende.htm

Upegui Sosa, Sergio A. (2010). *Evaluación de mezclas compost inmaduro/suelo de moravia, y fuentes de nutrientes, para la degradación de los pesticidas clorpirifos, malatión y metil paratión*. Recuperado de: http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/74/Evaluaci%C3%B3n%20de%20mezclas%20compost%20inmaduro-suelo%20de%20Moravia%2c%20y%20fuentes%20de%20nutrientes%2c%20para%20la%20degradaci%C3%B3n%20de%20los%20pesticidas%20clorpirifos%2c

%20malati%C3%B3n%20y%20metil%20parati%C3%B3n.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Varela A., Córtes C. y Cotes C. (2007).*Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca en un bosque nublado*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882007000100009.