

Alternativas de tratamientos y disposición final de los productos vegetales originados por la tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

Natalia Andrea Salinas Alzate

Asesor  
Álvaro Arango Ruiz  
Ingeniero Sanitario  
Magíster en Ingeniería Ambiental

Corporación Universitaria Lasallista  
Facultad de Ingeniería  
Caldas – Antioquia  
2018

## Tabla de contenido

	pág.
Resumen .....	5
Introducción .....	6
Justificación .....	8
Problema .....	10
Marco teórico .....	14
Los residuos sólidos y su clasificación .....	14
Definición de residuo .....	14
Definición residuo orgánico .....	14
Definición residuos vegetales .....	14
Intervenciones a la vegetación urbana .....	16
Alternativas de aprovechamiento de los residuos vegetales .....	18
Los residuos vegetales como abono .....	18
Experiencias y alternativas a nivel internacional y nacional de los residuos vegetales como fuente de abono .....	18
Los residuos vegetales como fuente energética .....	20
Experiencias y alternativas a nivel internacional y nacional de los residuos vegetales como fuente energética .....	26
Costos en los que se incurre desarrollar la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí .....	28
Marco legal .....	29

	3
Normativa en Colombia.....	29
Normativa internacional .....	32
Normativa sobre impacto ambiental europeo .....	32
Normativa sobre impacto ambiental latinoamericano .....	34
Objetivos.....	37
Objetivo general .....	37
Objetivos específicos .....	37
Metodología.....	38
Resultados.....	40
Cronograma de actividades.....	42
Presupuesto .....	43
Comparación entre las tecnologías nacionales e internacionales de los residuos vegetales .....	44
Conclusiones y recomendaciones .....	46
Referencias bibliográficas.....	48

## Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Superficie de espacio público verde en franjas de arbolado lateral a andenes. .....	16
Tabla 2. Productos de la silvicultura urbana en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá por municipio, en toneladas anuales.....	17
Tabla 3. Uso actual de los productos de tala y poda producidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en toneladas anuales.....	17
Tabla 4. Gestión de los residuos vegetales en Inglaterra.....	18
Tabla 5. Gestión de los residuos vegetales en Estados Unidos.....	19
Tabla 6. Gestión de los residuos vegetales en Bogotá. ....	19
Tabla 7. Gestión de los residuos vegetales en Medellín. ....	20
Tabla 8. Potenciales energéticos residuos orgánicos. ....	23
Tabla 9. Costos para desarrollar la actividad. ....	28
Tabla 10. Cronograma de actividades.....	42
Tabla 11. Presupuesto gastos de personal. ....	43
Tabla 12. Presupuesto recursos propios.....	43
Tabla 13. Salidas de campo.....	44
Tabla 14. Presupuesto global.....	44

## Resumen

La presente monografía se elaboró con el fin de efectuar una revisión bibliográfica sobre las diferentes alternativas de almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos verdes originados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí. Basado en los procesos y las experiencias que se han desarrollado e implementado a nivel nacional e internacional.

Así mismo se indagó sobre el marco normativo vigente a nivel internacional, nacional y municipal, para considerar las alternativas de acuerdo al contexto que actualmente las regula.

En esta revisión se concluyó que los residuos vegetales pueden ser aprovechados para obtener material vegetal picado, compostaje; utilizados como aporte de nutrientes y biomasa como fuente de energía renovable no convencional.

**Palabras Clave:** residuos verdes, compostaje, material vegetal picado, fuentes de energía renovables no convencionales.

## Introducción

La cantidad de residuos verdes generados diariamente en nuestro país por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en zonas públicas, privadas y áreas rurales; es el motivo por el cual se propone desarrollar este proyecto en el municipio de Itagüí, donde se evaluarán las diferentes alternativas ya existentes de almacenamiento, aprovechamiento, recolección y disposición final.

En el mundo, se generan productos resultantes de la limpieza y mantenimiento de parques, urbanizaciones e instituciones educativas; estos residuos son material vegetal que proviene de la rocería, jardinería, poda, tala de árboles que por su afectación propia, como la edad, podas inadecuadas, ataques de agentes patógenos, anillados, despeje de redes de energía, telecomunicaciones, daños a andenes, redes de acueductos y alcantarillados, infraestructura vial, viviendas pueden llegar a ser peligrosos y causar perjuicios a la comunidad y por todas las razones anteriormente citadas se deben intervenir.

Por lo general, estos residuos no tienen aprovechamiento, se utilizan para ser llevados a un vivero donde son picados para después aplicarlos en la base de los árboles o por el contrario son depositados en rellenos sanitarios, disminuyendo la vida útil de estos, con residuos que se podrían fructificar de otra forma, perdiendo su potencial. Estos residuos no están siendo aprovechados ambientalmente en procesos productivos donde a partir de estos productos se pueden generar otras alternativas.

Por este motivo se tiene la necesidad de evaluar las diferentes alternativas que se pueden emplear para el aprovechamiento de estos residuos sólidos, en tratamientos que sean efectivos, eficientes y económicamente viables. Esta es la importancia de desarrollar este proyecto desde la Especialización en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos.

## Justificación

El Municipio de Itagüí está situado al sur de la ciudad de Medellín, en el Valle de Aburrá, cuenta con una extensión territorial de 21.09 km<sup>2</sup>, correspondiendo 12.17 km<sup>2</sup> a la zona urbana y 8.91 km<sup>2</sup> a la zona rural, gran parte del territorio está destinado al uso urbano. Cuenta con una población de 239. 056 habitantes (Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, s, f, en línea).

En este municipio se generan 883 toneladas de residuos por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería al año (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010).

Estos productos vegetales pueden ser manejados en el municipio de Itagüí, por la empresa de servicios públicos de aseo municipal Serviaseo Itagüí S.A. E.S.P. y los operadores Interaseo S.A. E.S.P. La disposición de estos subproductos es en el relleno sanitario, viveros, escombreras o en su defecto la comunidad realiza quemas a cielo abierto.

La disposición final de estos residuos es muy costosa por el transporte, el cargue y descargue de los vehículos, disposición final, sumándole a esto la reducción en la vida útil de los rellenos sanitarios y disposición inadecuada en escombreras, terrenos baldíos; además, se pierde su potencial de uso ya que se puede aprovechar en diferentes alternativas de tratamiento. Por esto, se busca analizar alternativas, propuestas y experiencias exitosas a nivel nacional e internacional y que permita su aplicación en el municipio de Itagüí. Conociendo el problema ambiental que estos residuos representan para el medio ambiente y la comunidad, se parte entonces de que la solución integral debe ser un punto básico en la gestión ambiental municipal, es decir, se debe incluir a

cada uno de los actores involucrados en el problema (los generadores, las empresas prestadoras de servicios y las autoridades competentes) con el fin de lograr una solución efectiva y económicamente viable.

## Problema

La cantidad e indiscriminada disposición final de éstos residuos vegetales en rellenos sanitarios se traduce en pérdida de nutrientes y en un problema para el medio ambiente en términos de costos y manejo.

Debido a la naturaleza orgánica de estos residuos y la forma en la que se aprovechan crea un alto riesgo para el ambiente, ya que al estar a la intemperie generan los procesos naturales de descomposición, generándose lixiviados y gases de efecto invernadero como dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y metano CH<sub>4</sub>, entre otros.

En Colombia son arrojados 11.315.000 toneladas al año de residuos sólidos de los cuales el 60% son orgánicos y se están desaprovechando para convertirse en biocombustibles o agro insumos (Acodal, 2011).

En el municipio de Medellín se generan 11.810 toneladas anuales y en el municipio de Itagüí 883 toneladas anuales de residuos vegetales. Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería, estos son utilizados como fuente de abono.

Basados en la problemática que existe con los residuos vegetales y en las pocas soluciones que se encuentran en nuestro país es pertinente revisar otros potenciales y entre estos pueden encontrar la energía alternativa a partir de la biomasa, llegando de esta manera a indagar sobre el consumo energético y las posibles alternativas.

El incremento del consumo energético mundial de los últimos años, el interés por reducir la dependencia del petróleo por parte de los países importadores y la necesidad de disminuir los problemas ambientales asociados al uso de los combustibles fósiles ha

direccionado los esfuerzos de las empresas, el gobierno y la academia hacia el estudio de potenciales fuentes alternativas de energía renovables (Ministerio de Minas y Energía, 2011).

Basados en un artículo de la revista Energética de la Universidad Nacional, Colombia contribuye únicamente con el 0.37% de las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático debido a su posición geográfica (Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 2015).

Los países en vía de desarrollo están buscando diferentes estrategias que les permitan reducir el consumo de los combustibles fósiles. Una de las estrategias consideradas es el aprovechamiento de la biomasa; por ejemplo, Francia lidera el consumo de biomasa en la Unión Europea (UE), Suecia y Finlandia están obteniendo energía de desechos forestales y agrícolas, EE.UU. ha instalado varias plantas de generación de energía eléctrica mediante la utilización de biomasa.

Los países con mayor participación en la producción de energías renovables en su producción de electricidad en 2014 fueron Noruega (98,0%), Nueva Zelanda (79,0%) y Brasil (73,4%), países en los que el desarrollo de las energías renovables está soportado en un marco regulatorio robusto, como una estrategia de sostenibilidad y competitividad nacional. En Colombia, existe una amplia legislación para el sector eléctrico y el reto de desarrollar un marco normativo que impulse el desarrollo de estas energías (Cámara de Comercio de Cali, 2016).

En Colombia apenas se está incursionando en la implementación de alternativas energéticas diferentes y sobre los tratamientos y disposición adecuada de los residuos verdes originados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería, evidenciándose la ausencia de normativa que regule su gestión y del soporte bibliográfico.

A nivel internacional se evidencian investigaciones que aportan el avance en el conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de los residuos de poda, tal es el caso de la universidad Politécnico de Valencia (UPV) que han realizado un estudio pionero sobre el poder calorífico de los residuos de poda procedentes de diferentes especies de árboles urbanos, como las moreras, plataneras, palmeras y acacias, y han determinado que su uso constituye una alternativa como fuente de energía. Según Borja Velázquez, estos residuos “ahora van al vertedero, no se aprovechan”, y ha indicado que, aunque en la actualidad existen muy pocas calderas de biomasa, ya que se trata de un sector poco potenciado, “sin duda el uso de estos residuos constituye una alternativa como fuente de energía” (Efe Verde, 2013).

En cuanto a los costes de poda pueden obviarse pues son una tarea necesaria para mantenimiento en las ciudades y eliminación de los residuos, así como el transporte de los residuos porque hay que retirarlos”, añade. Borja Velázquez ha indicado que en la actualidad los residuos de podas son llevados a los vertederos y quemados “y no se les da ningún uso que pueda generar un ingreso económico que compense, al menos, ese mantenimiento (Efe Verde, 2013).

La cantidad de residuos verdes que se pueden llegar a generar actualmente en el municipio de Itagüí, representan un problema complejo de resolver para el municipio, ya que las tecnologías de tratamiento o disposición final son costosas.

Este proyecto propone la búsqueda de alternativas de tratamiento y disposición final de estos residuos, para evitar que se presenten manejos inadecuados, contaminación del medio ambiente y reducción de la disposición en los rellenos sanitarios; buscar alternativas para ello, será la meta de este proyecto.

## **Marco teórico**

### **Los residuos sólidos y su clasificación**

#### **Definición de residuo**

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (Decreto 838 de 2005).

#### **Definición residuo orgánico**

Todo tipo de residuo, originado a partir de un ser compuesto de órganos naturales. El contenido de humedad es otro parámetro que considerar en los residuos orgánicos. La humedad varía dependiendo de las características del tipo de residuo, el contenido de humedad puede llegar a condicionar, las alternativas de tratamiento (Ley 1259 de 12 de diciembre de 2008).

#### **Definición residuos vegetales**

También llamados residuos de jardín o residuos verdes, este término se le da a la variedad de residuos de origen vegetal integrados por hojas (especialmente de arbustos y árboles); plantas herbáceas desechadas o sus recortes; recortes y ramas (grandes y

pequeñas) de grandes arbustos, ornamentales y árboles; recorte de césped, entre otros; generados en el desarrollo de las actividades de jardinería, paisajismo, y mantenimiento general en sectores públicos. Los componentes de estos residuos difieren uno del otro en lo que se refiere a las propiedades físicas y químicas (nutrientes) y a la biodegradabilidad. La naturaleza estructural y la proporción de carbono con relación al nitrógeno de las plantas herbáceas desechadas y sus cortes provocan la descomposición más rápida, mientras que las plantas maduras no logran esto. Todas estas características antes descritas afectan la facilidad, el tipo de manejo, disposición, y de ese modo determinan el método de manejo.

El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo y depende de factores como: características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, entre otras. La recuperación, reutilización y/o transformación de los productos vegetales en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

## Intervenciones a la vegetación urbana

### Definición de tala

Consiste en cortar un árbol desde su base.

### Definición de poda

Son cortes que se realizan en algunas partes de los árboles (principalmente ramas y raíces).

### Definición de jardinería

Se asocia, al cuidado de un jardín.

### Definición de rocería

En esta actividad se cortan los pastos que crecen en las zonas verdes públicas hasta dejarlos a una altura de aproximadamente 5 centímetros.

**Tabla 1. Superficie de espacio público verde en franjas de arbolado lateral a andenes.**

Municipio	Superficie en EPV (ha)
Medellín	22.80
Bello	4.14
Itagüí	3.51
Barbosa	0.27
Caldas	0.72
Copacabana	0.37
Girardota	0.19
La Estrella	0.33
Sabaneta	0.91
<b>Total Región Metropolitana</b>	<b>33.22</b>

**Fuente:** (Área Metropolitana del Valle Aburrá, 2009).

**Tabla 2. Productos de la silvicultura urbana en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá por municipio, en toneladas anuales.**

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		6.760	6.760
<b>Totales</b>	<b>10.866</b>	<b>10.676</b>	<b>21.542</b>

**Fuente:** Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería

**Tabla 3. Uso actual de los productos de tala y poda producidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en toneladas anuales.**

Entidad que usa el producto	Uso	Cantidad
Carboneras de Navarra	Producción de carbón vegetal	12.079
Empresas Públicas de Medellín	Picado	6.760
Centro acopio Altavista	Compostaje	8
Centro acopio San Antonio de Prado	Compostaje	23
Centro acopio Santa Elena	Compostaje	8
Centro acopio Palmitas	Compostaje	8
Centro acopio San Cristóbal	Compostaje	8
Municipio de Sabaneta	Material Vegetal Picado	47
Redes ecológicas Mpio Medellín	Material Vegetal Picado	373
	<b>Total</b>	<b>19.311</b>

**Fuente:** Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería

## Alternativas de aprovechamiento de los residuos vegetales

### Los residuos vegetales como abono

**El compostaje:** es la descomposición biológica de residuos sólidos que consisten en sustancias orgánicas de origen vegetal o animal en condiciones controladas a un estado lo suficientemente estable, libre de molestias para su almacenamiento y su utilización. Los principales factores ambientales de interés en el compostaje son la temperatura, pH, aireación, humedad y sustrato (Díaz & De Janon, 2010).

**Material vegetal picado (chipeado):** consiste en partir en trozos pequeños las ramas, hojas, tallos y pastos, para ponerlos en la base de los árboles, para que el material se descomponga y aporte nutriente a estos.

### Experiencias y alternativas a nivel internacional y nacional de los residuos vegetales como fuente de abono

**Tabla 4. Gestión de los residuos vegetales en Inglaterra.**

<b>País</b>	Inglaterra
<b>Ciudad</b>	Ciudad de Londres
<b>Población</b>	7.76 millones
<b>Tipo de Residuo</b>	Residuos de jardín
<b>Frecuencia decorte</b>	N/A
<b>Presentación</b>	-----
<b>Recolección</b>	Selectiva
<b>Cantidad de biorresiduos</b>	
<b>Tratamiento de biorresiduos</b>	Compostaje
<b>Producto Final</b>	Compost
<b>Uso del producto final</b>	Sustituto de fertilizante en jardines, parques y granjas. Quemado del biogás o energía renovable*.
<b>Observaciones</b>	*Por el proceso de digestión anaerobia se produce biogás este puede ser quemado en un motor de gas o conectado a células de combustible de hidrogeno para generación de energía renovable. - Costo por recoger y tratar los residuos orgánicos (residuos de jardín y alimentos) es de aproximadamente 149 libras esterlinas por tonelada en el año de 2010.

**Fuente:** Making business sense of waste the Mayor's business waste strategy for London. Londres: Great London Authority, 2011. <http://www.queenelizabetholympicpark.co.uk>.

**Tabla 5. Gestión de los residuos vegetales en Estados Unidos.**

<b>País</b>	Estados Unidos
<b>Ciudad</b>	
<b>Población</b>	316´129.000
<b>Tipo de Residuo</b>	Residuos de corte de césped y poda de árboles.
<b>Frecuencia de corte</b>	
<b>Presentación</b>	
<b>Recolección</b>	Ruta selectiva.
<b>Cantidad de biorresiduos</b>	34.20 millones de toneladas en el 2013
<b>Tratamiento de biorresiduos</b>	Compostaje. Cerca del 20.6 millones de toneladas en el 2013
<b>Producto Final</b>	Compost, carbón vegetal, y material picado (aserrín).
<b>Uso del producto final</b>	Abono, mulch orgánico (fracción picada de la poda leñosa), alimentos y carboneras.
<b>Observaciones</b>	Se aprovecha el 60.2% de la generación de los residuos de jardín.

**Fuente:** Advancing sustainable materials management: 2013 fact sheet assessing trends in material generation recycling and disposal in the United States. Estados Unidos: United States Environmental Protection Agency (EPA), 2015. <http://www.epa.gov>.

**Tabla 6. Gestión de los residuos vegetales en Bogotá.**

<b>País</b>	Colombia
<b>Ciudad</b>	Bogotá
<b>Población</b>	7.977,000
<b>Tipo de Residuo</b>	Residuos de corte de césped y poda de árboles.
<b>Frecuencia de corte</b>	Cada 30 días zonas lluviosas y cada 45 días en zonas secas.
<b>Presentación</b>	
<b>Recolección</b>	Ruta selectiva.
<b>Cantidad generada de biorresiduos</b>	2.459 Ton/mes
<b>Tratamiento de biorresiduos</b>	Compostaje en pilas.
<b>Producto Final</b>	Compost
<b>Uso del producto final</b>	Proyecto piloto.
<b>Cantidad aprovechada</b>	276,14 Ton/mes - 11,23% en peso
<b>Observaciones</b>	Es un proyecto piloto que se lleva a cabo en el relleno Sanitario Doña Juana; el compost es aprovechado para consumo interno en el relleno sanitario Doña Juana.

**Fuente:** Plan de gestión integral de residuos sólidos 2016 – 2027. Santa Fe de Bogotá: Unidad administrativa especial de servicios públicos, 2015. <http://pagdll.uaesp.gov.co/index.php/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs-final>.

**Tabla 7. Gestión de los residuos vegetales en Medellín.**

<b>País</b>	Colombia
<b>Ciudad</b>	Medellín
<b>Población</b>	2'464.323
<b>Tipo de Residuo</b>	Residuos de corte de césped y poda de árboles.
<b>Frecuencia de corte</b>	Cada 30 días.
<b>Presentación</b>	
<b>Recolección</b>	Ruta selectiva.
<b>Cantidad de biorresiduos</b>	235 ton/mes – 11.810 Ton/año <sup>49</sup>
<b>Tratamiento de biorresiduos</b>	Compostaje.
<b>Producto Final</b>	Compost, carbón vegetal, y material picado (aserrín).
<b>Uso del producto final</b>	Abono, mulch orgánico (fracción picada de la poda leñosa), alimentos y carboneras.
<b>Observaciones</b>	El material aprovechado es utilizado en jardines y zonas verdes de la ciudad.

**Fuente:** Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Medellín: Alcaldía de Medellín y universidad de Medellín, 2015. <http://www.medellin.gov.co>

### **Los residuos vegetales como fuente energética**

**Energías renovables:** son aquellas que no se consumen ni se agotan, a escala humana, en sus procesos de transformación y aprovechamiento de energía útil, y generan impactos ambientales significativamente inferiores que aquellas producidas por las fuentes energéticas convencionales. Este tipo de energía se clasifica en convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten (Deloitte , 2016).

**Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER):** son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños

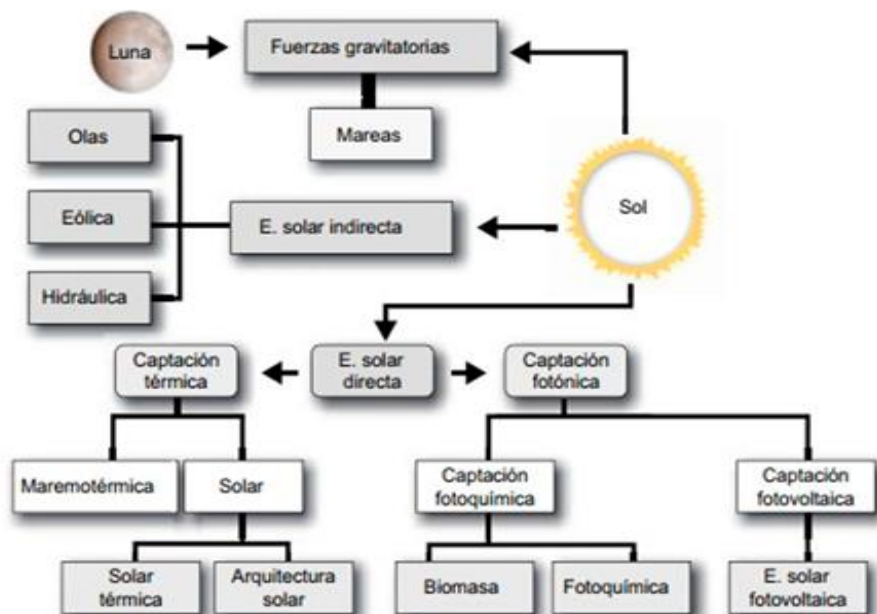
aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares (Ley 1715 , 2014).

La generación de energía mundial por medio de fuentes de energía renovables no convencionales, tiene a la biomasa como la responsable del 65% de la producción, claro está, dentro del 6% que aquélla debida a fuentes alternativas. Aun así, esto indica que la capacidad de generación de esta fuente, con investigación y mejor tecnología, podría ser una de las primeras soluciones a nivel mundial frente a una crisis energética (Arévalo, 2015).

*Biomasa:* materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía” (RAE, 2014).

*Energía de la biomasa:* energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en la degradación espontánea e inducida de cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico y toda materia vegetal originada por el proceso de fotosíntesis, así como de los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos, y que no contiene o hayan estado en contacto con trazas de elementos que confieren algún grado de peligrosidad (Ley 1715 , 2014).

### Ilustración 1. Origen de la biomasa.



**Fuente:** Carta, Calero, Colmenar y Castro (2009).

De acuerdo con el aprovechamiento de la biomasa, ésta se puede clasificar en dos tipos:

*Biomasa de cultivos energéticos:* este tipo de biomasa, aunque sigue siendo de origen vegetal o agrícola, presenta una gran ventaja frente a la biomasa residual en el hecho de permitir la predictibilidad de su disposición y la posibilidad de controlar su concentración espacial, gracias a la aplicación de técnicas agrícolas de precisión que permiten una mecanización de procesos, una baja utilización de mano de obra y una ejecución relativamente económica. Los cultivos energéticos pueden ser clasificados en:

*Cultivos alcoholígenos:* utilizados para la producción de bioetanol mediante procesos de fermentación de azúcares.

*Cultivos lignocelulósicos:* dirigidos a la generación de biomasa sólida susceptible de su uso para distintas aplicaciones de tipo térmico, fabricación de combustibles elaborados como pelets, cogeneración y obtención de bio-carburantes de segunda generación.

*Biomasa residual:* este tipo de biomasa se puede definir como una biomasa secundaria, ya que a diferencia de los cultivos energéticos, la energía almacenada en la vegetación es transformada debido a la intervención de un tercer actor (Arévalo, 2015).

**Tabla 8. Potenciales energéticos residuos orgánicos.**

Residuos	Toneladas residuos (2008)	Potencial energético TJ/año
Residuos de poda	44.811	318
Centros de acopios y plazas de mercado	120.210	92
<b>Subtotal</b>		410

**Fuente:** UIS-UPME –IDEAM,2010.

En la tabla 8, se muestra el potencial energético asociado a los residuos generados por la poda para el uso energético de la biomasa que ya se realiza en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

**Fermentación alcohólica:** proceso bioquímico mediado por levaduras que degradan los azúcares fermentables. El producto final de la fermentación es el etanol, que es extraído por destilación fraccionada. Teóricamente los residuos de origen vegetal por su constitución química con neto predominio de poliglicanos son susceptibles de ser fermentados para la obtención de alcohol etílico o etanol. El etanol como combustible,

puede utilizarse como sustituto de la gasolina o en mezclas de alcohol-nafta (hasta un 20% de alcohol), sin requerir adaptaciones en los motores. En esta mezcla se eleva el octanaje, con lo que se reduce en gran parte el agregado de compuestos de plomo altamente contaminantes (Sztern & Pravia, 2013).

**Gasificación:** son los procesos térmicos que convierten la materia prima sólida o líquida en una mezcla de gases (hidrógeno, monóxido de carbono y metano). Este gas es luego utilizado como combustible en plantas de ciclo combinado, las cuales combinan turbinas de gas y turbinas de vapor para producir electricidad. El material que se utiliza comúnmente como combustible es madera y sólo algunos tipos de residuos agrícolas (mazorcas de maíz, cáscaras de coco, carbón vegetal). A escala mundial, aunque ya existe este tipo de plantas y están produciendo energía eléctrica, se considera como tecnología de demostración (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

**Combustión:** la biomasa es quemada en una caldera para producir vapor, el cual es introducido en una turbina conectada a un generador eléctrico; el flujo de vapor hace rotar la turbina, el generador eléctrico se acciona y se produce electricidad. En el mundo es una tecnología ampliamente utilizada, en Colombia su aplicación se hace en pequeña escala y con poca tecnología, en complejos azucareros y en el sector panelero. Otra opción consiste en quemar parte de biomasa con parte de combustibles fósiles pero se limita a utilizarse en áreas donde existan plantas de carbón (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

**Biocombustibles:** son combustibles para transporte (principalmente biodiesel y bioetanol) procesados de cosechas agrícolas y otras plantaciones renovables. En menor escala, pero igualmente importantes, se encuentran biometanol y biocrudo o crudo de pirólisis. La utilización de biocombustibles reduce la dependencia del petróleo como combustible (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

**Esterificación:** los bioaceites (biodiesel) son aceites vegetales obtenidos de plantas oleaginosas, ésteres metílicos o etílicos derivados de estos, o de ácidos grasos de otras procedencias. Algunas materias primas utilizadas en los procesos de obtención de bioaceites son: especies con semillas oleaginosas (girasol, colza, soja), especies con frutos oleaginosos (coco, palma), cultivos no tradicionales (brassica carinata, camelina sativa, cynara cardunculus) y otras (aceites de fritura usados, grasas animales) (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

**Pirólisis:** el calor puede ser usado para la conversión química de la biomasa en combustible crudo. Después de la pirólisis, la biomasa se torna líquida - aceite de pirólisis- el cual puede ser tratado como el petróleo para generar electricidad. La aplicación del producto líquido (combustible de pirólisis) en motores y/o en turbinas o incluso en calderas aún necesita ser demostrada para obtener más información sobre sus propiedades, estabilidad, esquemas de producción y manejo (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

## **Experiencias y alternativas a nivel internacional y nacional de los residuos vegetales como fuente energética**

China, Alemania, España, y Estados Unidos, se consolidan hoy en día como países pioneros en el desarrollo de las mayores capacidades instaladas en tecnologías para el aprovechamiento de la energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica y de las biomásas, como fuentes de origen renovable que hacen su aporte en el proceso de transición planteado en lo que a la generación de energía eléctrica se refiere.

Actualmente Francia lidera el consumo de biomasa en la Unión Europea –UE-, con más de 9 millones de toneladas equivalentes de petróleo. Este consumo se centra, fundamentalmente, en aplicaciones del sector doméstico y de servicios. Suecia obtiene ya un 10% de su energía de desechos forestales y agrícolas, y Finlandia, el 14%. Estos dos países de la UE centran el consumo en el sector industrial (Ministerio, 2015).

Estados Unidos es el país líder en generación de electricidad a partir de biomasa con una producción de 59,9 TWh (IEA, 2014) en 2013, cifra que representa tan solo el 1,5% de su producción (igual al promedio mundial), el segundo país en producir mayor número de GWh al año a partir de biomasa en el mundo es Alemania, con 47,9TWh en 2013, cifra que representó un 8,0% de su consumo final de electricidad para tal año. Entre tanto, Brasil está muy a la par con Alemania en lo que a la participación interna del recurso se refiere, con una porción del 8,1% (REN21, 2014) de su electricidad producida a partir de biomasa, mientras que en Finlandia dicha participación asciende al 12% (Ministerio, 2015).

En Colombia la Corporación Universitaria Autónoma ha realizado estudios basados en el desarrollo de quemadores eficientes de biomasa de bajo costo, hacen que el panorama de trabajo frente al uso de esta fuente de energía sea muy prometedor, demostrando que el departamento de Nariño tiene un alto potencial de generación al usar esta alternativa renovable, aprovechando el carácter agrícola y pecuario característico de la región (Arévalo, 2015).

En Palmira, Cali, se estudió el potencial bioquímico de metano de residuos de frutas y verduras y de los residuos de poda con el fin de analizar su potencial para producir energía renovable. En esta investigación todas las muestras fueron tomadas de forma representativa y en fresco. El potencial bioquímico de metano final de los residuos frutas y verduras fue de 0,710 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/kg, el cual es 2 veces mayor al obtenido para los residuos de poda. Si se sometieran a digestión anaerobia la totalidad de los residuos de frutas y verduras y de poda que se produce en la ciudad de Palmira al año, sería posible producir 5.489 MWh de energía térmica ó 3.295 MWh de energía eléctrica. Los resultados muestran que la digestión anaerobia podría ser una alternativa viable y sostenible para el manejo y disposición de los residuos de frutas y verduras y los de poda, en los municipios colombianos, con la posibilidad adicional de producir energía renovable para cocinar, iluminación o como combustible para vehículos (Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2015).

En el municipio de Itagüí el residuo vegetal resultante de tala poda y jardinería se lleva a un vivero en el cual se convierte en material vegetal picado (Chipeado) que

después es utilizado en la base de los árboles para que se descomponga y aporte nutrientes. Este es el aprovechamiento más económico.

Nunca se ha valorado utilizar este residuo como fuente de energía (biomasa), porque se necesitaría realizar una importante inversión en tecnologías y garantizar siempre un suministro constante de este residuo.

No se cuentan con los incentivos económicos para el desarrollo de nuevas experiencias de producción de energía con biomasa.

### **Costos en los que se incurre desarrollar la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí**

**Tabla 9. Costos para desarrollar la actividad.**

<b>Gasto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Total general</b>
Servicio de maquina chipeadora	1	Hora	\$241.163
Cuadrilla de tala, poda y rocería	1	Hora/cuadrilla	\$127.500
Ingeniero residente forestal o afín con experiencia en tala, poda y rocería	1	mes	\$5.359.872
Biólogo para evaluación en campo de árboles a intervenir	1	mes	\$5.682.102
<b>Total</b>			<b>\$11.410.637</b>

**Fuente:** Elaboración propia

La cuadrilla se encuentra bajo supervisión del residente forestal, la cuadrilla está conformada por 3 o 5 personas dependiendo de la complejidad del árbol. Divididos en la actividad de la siguiente manera, la persona que maneja la moto sierra, el encargado de vigilar al alpinista y sostener las ramas para el corte y dos personas trozando el árbol.

## Marco legal

### Normativa en Colombia

Constitución Política Nacional de 1991: en sus diferentes artículos referentes al compromiso de parte del Estado en cuanto al cuidado y conservación del medio ambiente.

Ley 388 de 1997: Ley de ordenamiento territorial.

Ley 23 de 1973: por medio de la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente.

Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos: Ministerio del Medio Ambiente, 1998.

Política Nacional de Producción Más Limpia: Ministerio del Medio Ambiente, 1998.

Ley 142 de 1994: Se estableció un marco institucional para el desarrollo empresarial del servicio público de aseo, con el fin de asegurar su prestación eficiente, bajo la responsabilidad de los municipios y distritos.

Decreto 1713 de 2002: Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Decreto 838 de 2005: Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1140 de 2003: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002.

Decreto 1505 de 2003: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2981 de 2013: Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Resolución 1045 de 2003: Se adoptó la metodología para la elaboración y ejecución de los PGIRS y en la Resolución 477 de 2004, se establecieron los plazos para iniciar la implementación de aquellos que han sido formulados.

Decreto 4741 de 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".

Ley 1259 de 2008: Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.

Decreto-Ley 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Resolución 941 de 2009: Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental RUA.

Resolución 260 de 2011: Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2278 de 1953: Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales, contiene las reglas generales en la vigilancia, conservación, mejoramiento, reserva, repoblación y explotación de bosques; aprovechamiento, comercio, movilización y exportación de productos forestales.

Decreto 1449 de 1977: Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974.

Decreto 2787 de 1980: por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974.

Decreto 1791 de 1996: por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

Ley 299 de 1996: por la cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.

Protocolo de Kyoto: convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Ley 629 de 2000). Este protocolo compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Ley 697 de 2001: declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de conveniencia nacional. Además, creó el Programa Nacional de URE (PROURE), en el que se promueven la eficiencia.

Decreto 2501 de 2007: disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía.

Ley 1665 de 2013: promueve el uso sostenible de las energías renovables.

Ley 1715 de 2014: desarrolla una política pública para la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

## **Normativa internacional**

### **Normativa sobre impacto ambiental europeo**

Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 96/61/CE (IPCC), relativa a la prevención y control integrados de la contaminación.

Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva. 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 2000/76/CE, de 4 de diciembre, sobre incineración de residuos.

Directiva 2001/77/CE del Parlamento y del Consejo de 27 de septiembre, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

Directiva 2003/54/CE de 26 de junio, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 1996/92/CE.

Directiva 2004/8/CE de 11 de febrero, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 1992/42/CEE.

Directiva 89/369/CEE del Consejo de 8 de junio, relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones nuevas de incineración de residuos sólidos urbanos.

Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre, por la que se establece un régimen de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y se modifica la Directiva 96/61/CE.

Decisión N° 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kyoto.

Decisión de la Comisión 2004/156/CE, de 29 de enero, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE.

Directiva 101/2004, de 27 de octubre por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE y se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de

gases de efecto invernadero en la comunidad, con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kyoto.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Real Decreto 661/2007 debe impulsar el funcionamiento de nuevas plantas de valorización energética de otros tipos de biomasa como los residuos forestales y los cultivos energéticos.

Ley 82/1980, sobre conservación de energía en España.

Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, estableció la liberalización del sector de la electricidad en España y fijó como objetivo para 2010 alcanzar un 12% del consumo de energía primaria a partir de fuentes renovables.

En Suecia las prácticas forestales están reguladas por la Ley de Bosques o Forest's Act y por el llamado Comité Director Forestal. (Energiza).

### **Normativa sobre impacto ambiental latinoamericano**

**Normativa en Brasil:** Ley N° 4.191, 30 Septiembre 2003. Gobernación del Estado de Rio de Janeiro Dispone sobre la política estadual de residuos sólidos y otras medidas.

Decreto N° 7.404, 23 diciembre 2010. Poder Ejecutivo. Reglamenta la Ley N° 12.305, 2 agosto 2010, que establece la Política Nacional de Residuos Sólidos, crea el

Comité Ministerial de Política Nacional de Residuos Sólidos y el Comité Orientador para la Implantación de Sistemas de Logística Inversa, y otras disposiciones.

**Normativa en Chile:** Proyecto de Ley, 20 marzo 2013. Fija marco regulador de la gestión sustentable de residuos sólidos.

Ley 20.698: Propicia ampliación de matriz energética mediante ERNC. Pretende elevar la meta de generación eléctrica de ERNC de 10% para 2024 a 20% en 2025 de manera escalonada. Además, el Ministerio de Energía debe efectuar licitaciones públicas para la provisión de bloques anuales de energía provenientes de ERNC.

Ley 20.257 (Ley ERNC) 2008: Obliga a las generadoras que efectúen retiros de energía de los sistemas eléctricos, con capacidad instalada superior a 200 MW, para comercializarla con distribuidores eléctricos o consumidores finales, a que un 10% de sus retiros haya sido inyectado al sistema por medio de ERNC.

**Normativa en Perú:** Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Consejo Nacional del Ambiente, 2004. (Ministerio del Ambiente. Sistema Nacional de Información Ambiental.

Ley N° 1002 (mayo de 2008), Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con energías renovables que concede ventajas competitivas a los proyectos de generación con energías renovables.

Ley N° 27345 (2000-09-08): Ley de promoción del Uso Eficiente de La Energía.

Decreto Supremo. N° 053-2007-EM (2007-10-23): Reglamento de la ley de promoción del Uso Eficiente de la Energía.

**Normativa en Argentina:** Ley 26.190 – Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica.- Diciembre 27 de 2006. Extendiéndose a las demás fuentes renovables (energía geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás).

**Normativa en Brasil:** Ley nº 10.438 de 26/04/2002: Incentivos directos para que centrales termoeléctricas de biomasa, eólica y pequeñas centrales hidroeléctricas se conecten a la red nacional. Diversificar la matriz energética y garantizar el suministro de electricidad a toda la población.

Ley 10.295 de 17/10/2001: Dispone sobre la Política Nacional de Conservación de Uso Racional de Energía y de otras providencias.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Comparar las diferentes alternativas de almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos verdes originados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí. Según los procesos y las experiencias que sean han tenido a nivel nacional e internacional.

### **Objetivos específicos**

Identificar la problemática existente a nivel nacional e internacional frente a los residuos verdes generados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería.

Establecer mediante un análisis comparativo la alternativa o solución, más viable para el manejo de los residuos verdes que sean aplicables a nivel económico, técnico y ambiental.

Revisar el marco legal y normativo existente a nivel nacional e internacional aplicada a los residuos verdes generados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería.

Estimar los costos que implica desarrollar la actividad de tala, poda, jardinería y rocería en el municipio de Itagüí con la alternativa más viable para el manejo de los residuos verdes.

## Metodología

Para llevar a cabo esta monografía el principal objetivo fue realizar un análisis bibliográfico, que se pueda aprovechar como punto de partida para desarrollar los objetivos propuestos, ampliar la búsqueda por diferentes tipos de fuentes como trabajos de grado, páginas de Internet, normativa nacional e internacional y entidades departamentales y privadas. Explorando diferentes escenarios para encontrar la alternativa más viable técnicamente, ambientalmente y económicamente. De esta manera se inició con la construcción del marco conceptual, revisando en diferentes fuentes secundarias especializadas, en publicaciones recientes los conocimientos y modelos de gestión relacionados con producción de energías alternativas a partir de los residuos vegetales y las propiedades de estos.

Las actividades que se llevaran a cabo son las siguientes:

Indagar sobre las alternativas y disposición final de los residuos verdes originados por la tala, poda, jardinería y rocería.

Revisar la normativa nacional e internacional correspondiente al tratamiento y la disposición final de los residuos verdes originados por la tala, poda, jardinería y rocería. Investigar sobre la problemática real que presenta la generación de estos residuos.

Se realizará una selección y análisis de alternativas, esta clasificación se hará apoyada en las condiciones técnicas, económicas y ambientales que permitan seleccionar las más viables para llegar a ser aplicadas en el municipio de Itagüí.

Se realiza la estimación de los costos que implica desarrollar la actividad de tala, poda, y jardinería en el municipio de Itagüí. Este valor no incluye los ingresos que pudieran generarse por el aprovechamiento de los residuos, concluyendo que el municipio no obtiene un beneficio económico por estos residuos al contrario tiene que disponer de un rubro para ejecutar la actividad.

## Resultados

La principal falencia encontrada durante la investigación realizada sobre las diferentes alternativas de almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos verdes originados por las actividades de tala, poda, rocería y jardinería en el municipio de Itagüí, es que los inventarios de la generación de este residuo no se encuentra documentada; haciendo complicado estructurar proyectos, con fines de mejoramiento. Siendo necesario para poder estimar los costos reales como alternativa más viable para el manejo del residuo.

El principal aprovechamiento de los residuos verdes en Colombia se encuadra en un alto porcentaje en la aplicación de chipeado en la base de los árboles, la producción de compost y en un nivel más bajo la producción de biocombustibles, caso que se atribuye a el escaso nivel tecnológico para la aplicación de estos métodos encausados en el cumplimiento de la normatividad.

Con la información encontrada sobre la normativa a nivel nacional e internacional trabajos de grado, páginas de Internet y entidades departamentales y privadas, se pudo realizar un análisis comparativo de la información y efectuar la propuesta de diferentes alternativas viables que podrían llegar a ser implementadas en el municipio de Itagüí. Este proyecto de investigación tuvo una gran limitante en cuanto a la recolección de información, ya que fue muy difícil hallar la distribución de residuos generados por las zonas verdes.

Para poder estimar los costos que implica desarrollar esta actividad, se recomendaría que dentro del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio se articulen las diferentes fases de la gestión de los residuos verdes.

Para continuar con esta investigación, sería interesante realizar un trabajo de caracterización puntual en el municipio de Medellín, de todos los puntos donde se generan la máxima cantidad de residuos verdes, realizando un estimativo de los costos que acarrea los impactos ambientales por las condiciones de disposición final.

Se podría concluir que en los países de los cuales se revisó el marco normativo proponen, implementan y mantienen sistemas alternativos para la disposición de los residuos vegetales, permitiendo su aprovechamiento como materia prima, devolviéndolos de nuevo a la cadena productiva. En esta monografía, se presentaron ejemplos de diferentes países con el fin de identificar la problemática actual y las posibles alternativas que se han aplicado para dar solución al tema propuesto. Encontrando que son muy pocos los que definen y apoyan este tipo de programas, considerado desde el punto de vista legal, haciendo que las personas participen, generando un cambio de mentalidad y comportamiento frente a la generación y aprovechamiento de los residuos.

### Cronograma de actividades

En el diagrama de actividades que se observa a continuación, se definen las actividades y el tiempo considerado para su desarrollo.

**Tabla 10. Cronograma de actividades.**

ACTIVIDADES	12	01	02	03	04	05
Revisión bibliográfica.	X	X	X	X		
Revisión y análisis del marco normativo.		X	X	X		
Análisis e interpretación de la información.			X	X		
Selección de alternativas.			X	X		
Propuesta de alternativas viables para el municipio de Itagüí.			X	X		
Presentación Informe final del proyecto.					X	
Sustentación del proyecto.						X

**Fuente:** Elaboración propia

## Presupuesto

**Tabla 11. Presupuesto gastos de personal.**

<b>Gastos de personal</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Función en el proyecto</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Costo</b>
Álvaro Arango Ruiz	Asesor	20 horas/semestre	3.000.000
Natalia Andrea Salinas Alzate	Estudiante - investigador	5 horas/semana	400.000
<b>TOTAL</b>			<b>3.400.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12. Presupuesto recursos propios.**

<b>Recursos Propios (Equipos y servicios)</b>	
<b>Equipo</b>	<b>Total</b>
Cámara fotográfica digital	100.000
Computador	300.000
Impresora	100.000
Tinta impresora	100.000
Internet	180.000
USB 2 gigas	15.000
CDS	15.000
papelería	20.000
Fotocopias	50.000
<b>TOTAL</b>	<b>780.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13. Salidas de campo.**

Salidas de campo	
Descripción	Total
Búsqueda de información primaria (revisión bibliográfica).	300.000
<b>TOTAL</b>	<b>300.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 14. Presupuesto global.**

Presupuesto global			
Rubros	Fuentes de financiación		Total
	Corporación Universitaria lasallista	Estudiante	
Gastos de personal	3.000.000	400.000	3.400.000
Equipos propios		780.000	780.000
Salidas de campo		300.000	300.000
<b>TOTAL</b>		<b>1.480.000</b>	<b>4.480.000</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **Comparación entre las tecnologías nacionales e internacionales de los residuos vegetales**

Tanto a nivel nacional como internacional uno de los principales aprovechamientos de los residuos vegetales es el proceso de compostaje y chipeado como mejoramiento de suelos, sobre esta actividad no se encuentra una bibliografía amplia dentro de la gestión de los residuos sólidos generados por los mantenimientos a los espacios públicos verdes.

Otra de las opciones que se encontraron durante la revisión bibliográfica como alternativa de aprovechamiento de los residuos vegetales fue utilizar la biomasa como generación de energía, pero para la ejecución de esta tecnología se requieren altas inversiones de capital y montajes industriales especializados.

Estados Unidos es el país líder en generación de electricidad a partir de biomasa y como segundo país se encuentra Alemania.

## Conclusiones y recomendaciones

Al realizar la revisión bibliográfica buscando las mejores alternativas de almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos verdes originados por la actividad de tala, poda, jardinería y rocería, se evidencio que a nivel municipal y nacional la alternativa más viable para este residuo es aplicación de material vegetal picado en la base de los árboles, la producción de compost y en muy baja aprovechamiento la utilización de la biomasa como energía alternativa.

Debido a que las alternativas de los residuos verdes son limitadas, se indagó sobre la biomasa forestal como fuentes no convencionales de energía renovable, encontrando que para esta existen limitaciones tecnológicas que dificultan la implementación de estos nuevos sistemas de producción de energía, debido a que en Colombia apenas se está incursionando en la implementación de alternativas energéticas diferentes.

En los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se podría ejecutar una investigación piloto teniendo en cuenta las intervenciones silviculturales que se realizan en el espacio público verde, aprovechando la cantidad de biomasa forestal generada que sería utilizada para fines energéticos.

La biomasa forestal como fuente de energía, frente a su aprovechamiento como residuo presentan un bajo precio y alta disponibilidad, sin embargo el principal obstáculo es la implementación de las tecnologías de conversión energética que tiene un gran costo haciendo que la generación mediante combustibles fósiles sea más económica.

El municipio de Itagüí en general no presenta una cultura de interés frente a la disposición final de los residuos verdes, la mayor preocupación que existe en los habitantes es que la empresa prestadora del servicio de aseo o el responsable lleve a cabo el servicio de recolección de estos. Los generadores consideran que después de ser retirados de la vista, el problema con los residuos ya se considera resuelto. No se evidencia un interés por conservar los recursos naturales. Esta problemática se refleja en la falta de recursos para invertir en la construcción de la infraestructura y el sistema tratamiento.

Basados en el contexto normativo de Colombia frente al aprovechamiento de los residuos verdes y la biomasa como fuente de energía renovable comparado con países como Estados Unidos, Europa y América Latina, está bastante atrasado puesto que las leyes de cada uno de estos países fomentan e incentivan proyectos de energía renovable, con metas concretas que ofrezcan mayor eficiencia, que garanticen una rápida reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero., con el fin de encaminarlos hacia el desarrollo de energía más limpias asegurando los mecanismos legales y financieros que lo permitan.

Si se inicia con la tarea de utilizar los residuos verdes, esto se puede traducir a un reciclaje y disminución de residuos que son llevados a escombreras, rellenos sanitarios y quemas a cielo abierto sin control; permitiendo el aprovechamiento más integral de este residuo.

## Referencias bibliográficas

Alcaldía de Itagüí. (2017). En Itagüí se vive mejor. Recuperado de <http://itagui.aredigital.gov.co/Paginas/inicio.aspx>.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2006). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Valle de Aburrá-PGIRS Regional. Medellín: Metropol.

Área Metropolitana del Valle Aburrá. (2006). Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región. Medellín: Metropol.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad Nacional de Colombia. (2010). Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería. Medellín.

Arévalo, W. (2015). La Biomasa: Una Alternativa Energética Proveniente de la Vida Misma. Nariño: UNIMAR.

Borja Velázquez, (2013). Los residuos de la poda de árboles, fuente de energía alternativa. Efe:verde, [1], 1-3 Recuperado de <http://www.efeverde.com/noticias/los-residuos-de-la-poda-de-arboles-fuente-de-energia-alternativa/>.

Cámara de comercio de Cali. (2017). Centrales eléctricas en el mundo a partir de la biomasa. Ritmo Cluster, [12] 1-5. Recuperado de <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/informes-economicos/ritmo-cluster/12.pdf>.

Cámara de Comercio de Cali. (2016). Normatividad para las Energías Renovables en Colombia. Ritmo Cluster, [3], 1-3. Recuperado de <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/informes-economicos/ritmo-cluster/3.pdf>.

Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2007). Manual de compostaje casero. Recuperado de <http://www.conama.cl>.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 del 13 de mayo de 2014. Bogotá.

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia, Universidad de Antioquia. (2008). Cartilla técnica de compostaje para residuos sólidos domiciliarios en la fuente. Medellín.

Deloitte. (2016). Equipo Research – MPS. Sector energía III: ERNC, perspectivas y dificultades. Recuperado de <https://www2.deloitte.com>.

Díaz, Luis F. y De Janon, Carmen Elena. (2010). Reciclaje y tratamiento biológico de los residuos sólidos municipales. Quito: Editorial Ecuador.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>.

Erika. (2018). Tipos de energía renovables no convencionales. Erenovable.com, [1] 1-9. Recuperado de <https://erenovable.com/tipos-de-energias-renovables-no-convencionales/>

Gobierno de España, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. (2007). Biomasa, cultivos energéticos. España: IDEA.

Miliarium.com. (2008). Biomasa. Recuperado de <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Energia/EnergiasRenovables/Biomasa/Welcome.asp.pdf>

Ministerio Estatal de Baviera para el Desarrollo Provincial y Asuntos del Medio Ambiente. (2001). De residuos verdes a compost, Manual para el compostaje de residuos vegetales. Alemania: Editorial Cooperación técnica Alemana.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Decreto 838 de 2005. En: Artículo 1. Definiciones. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Minambiente.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Ley 1259 de 12 de diciembre de 2008, por medio de la cual se insta en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones". Bogotá: Minambiente.

Ministerio de Minas y Energía. (2011). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Bogotá: Minminas.

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Bogotá: Minminas.

Ministerio de Minas y Energía. (2003). Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Bogotá: Minminas.

Sztern, D. y Pravia, M. (2013). Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental. Obtenido de Manual para la Elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf>.

Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. (2015). Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana. Energética , [1], 23-28. Recuperado de <https://minas.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/revistas/revista-energetica>.