

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



**GENERALIDADES E IMPORTANCIA DE LA TECNICA DE COMPOSTAJE Y
LOMBRICOMPOST EN LA UTILIZACION DE LOS RESIDUOS ORGANICOS**

DUVAN ALEXANDER FAJARDO MORA

1096957066

CRISTIAN ADRIAN SOSA SANTOS

1007207131

PAMPLONA

2021

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



GENERALIDADES E IMPORTANCIA DE LA TECNICA DE COMPOSTAJE Y LOMBRICOMPOST EN LA UTILIZACION DE LOS RESIDUOS ORGANICOS

DUVAN ALEXANDER FAJARDO MORA

1096957066

CRISTIAN ADRIAN SOSA SANTOS

1007207131

DIRECTOR MONOGRAFÍA

PHD-MANUEL ANTONIO CONTRERAS

PAMPLONA

2021

RESUMEN

La presente Investigación Bibliográfica se realizó con el fin de Identificar conceptos, clasificación y manejo de los residuos orgánicos en las técnicas de compostaje y lombricompost en Colombia y su impacto, realizándose un proceso de recolección de información por medio de investigación monográfica de tipo cuantitativa con un diseño descriptivo, donde se encontró información validada y aprobada científicamente resaltando aspectos como los altos niveles o tasas residuos sólidos que no se aprovechan y que día a día debido al consumo descontrolado, están afectando significativamente el medio ambiente, dicho lo anterior por un factor denominado, falta de conciencia. Cabe mencionar que la cantidad de residuos en unos años podría estar afectando a la población en aspectos tales como salubridad, por eso hoy en día las técnicas de compostaje y lombricompost son una de las alternativas, que se está empleando, poco a poco para disminuir las tasas altas de residuos orgánicos, tomando estas técnicas desde un punto económico, ya que de dicho proceso se logran traer beneficios como abonos.

PALABRAS CLAVES

Residuos orgánicos, compostaje, lombricompost, alternativas, abono.

ABSTRACT

This Bibliographic Research was carried out in order to identify concepts, classification and management of organic waste in composting techniques and vermicompost in Colombia and its impact, carrying out an information collection process through quantitative monographic research with a descriptive design, where validated and scientifically approved information was found highlighting aspects such as high levels or rates of solid waste that are not used and that day by day due to uncontrolled consumption, are significantly affecting the environment, said the above by a factor called, lack of awareness. It is worth mentioning that the amount of waste in a few years could be affecting the population in aspects such as health, that is why nowadays composting techniques and vermicomposting are one of the alternatives, which is being used, little by little to reduce the high rates of organic waste, taking these techniques from an economic point of view, since from this process benefits such as fertilizers are achieved.

KEYWORDS

Organic waste, composting, vermicompost, alternatives, compost.

INDICE GENERAL

Contenido	
RESUMEN	3
PALABRAS CLAVES.....	3
ABSTRACT	4
KEYWORDS	4
INDICE GENERAL.....	5
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
AGRADECIMIENTOS.....	9
DEDICATORIA	10
INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVOS	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos.....	13
JUSTIFICACIÓN	14
PROBLEMA DE INVESTIGACION	16
Formulación Del Problema.....	16
Planteamiento Del Problema	16
Descripción Del Problema	19
ESTADO DEL ARTE	20
Local	20
Regional.....	20
Nacional.....	21
Internacional	23
MARCO TEORICO.....	24
MARCO LEGAL	73
METODOLOGIA.....	76
Tipo De Investigación	76
Tipo De Diseño	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de residuos.....	35
Tabla 2 Clasificación de residuos AC-COLOMBIA.....	36
Tabla 3 Condiciones ideales para el desarrollo del proceso de compostaje	48
Tabla 4 Materiales vermicompostables	52
Tabla 5 Parámetros controladores vermicompostaje.....	54
Tabla 6 Plantas de compostaje	57
Tabla 7 Plantas de lombricompost	70
Tabla 8 Marco legal-leyes	73
Tabla 9 Guías ambientales para manejo de residuos solidos.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Jerarquía de la gestión de los residuos.....	26
Figura 2	Jerarquía para aprovechamiento de los residuos.....	27
Figura 3	Proceso disposición final de residuos	28
Figura 4	Serie histórica 2010 – 2019 Para las 8 ciudades con mayor población del país	31
Figura 5	Serie histórica 2010 – 2019 Para las 7 ciudades capitales con menor población	32
Figura 6	Disposición de residuos promedio por departamento por cada 1000 habitantes	33
Figura 7	Promedio de la composición de los residuos	38
Figura 8	Estructura Organizacional en manejo de residuos sólidos nivel regional.....	43
Figura 9	Estructura Organizacional en manejo de residuos sólidos Nivel Regional	44
Figura 10.	45
Figura 11	Etapas del vermicompostaje	51
Figura 12	Planta de compostaje con sistema de pilas o hileras.....	59
Figura 13	Lecho para lombricultura.....	71

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Jurado a

Pamplona, junio, 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expresamos agradecimiento al director de esta investigación monográfica, Manuel Antonio Contreras, por el apoyo brindado a este trabajo investigativo desde sus saberes académicos, que se han encargado de lucrar y direccionar las ideas planteadas de manera correcta para un resultado satisfactorio. Agradecer por ser parte del proceso formativo e investigativo.

De la misma manera, agradecemos a todos los docentes del departamento de Arquitectura y Ingeniería por su apoyo a nivel académico, ya que siempre aportaron para ampliar el conocimiento y ser excelentes día a día, en proyección de ser futuros profesionales que actúen bajo valores de responsabilidad y en identificar problemas, comprender y proponer soluciones, en el campo de la infraestructura empleando conocimiento científico y tecnológico en pro del bienestar del medio ambiente y sociedad.

DEDICATORIA

A Dios Gracias por brindarme salud e inteligencia, por ser el guía de mi camino , a mi familia por estar cuando más los necesite, a mi padre Roso Alexander y mi madre luz Marina por ser la fuente inagotable de inspiración de cada proyecto, y brindarme su apoyo y su amor incondicional toda la vida ; a mis hermanas Luzda, Paulis y Angelita por cada detalle y constante amor, que por ellas luchare cada día ; a mi Nonito Rosendo y mi Nonita Inés por nunca dejarme solo y apoyarme con tanto amor, A mi pareja Marcela Bravo por su apoyo incondicional y ayuda en la construcción de este proyecto. Gracias a Todos, sin su apoyo y amor esto no sería posible, Los amo a todos y este logro se los dedico a ustedes.

Duvan Alexander Fajardo Mora

A Dios primeramente por darme la vida, salud y permitirme continuar con mis sueños, a mi familia por siempre impulsarme a seguir adelante a pesar de todas las dificultades que se presentaron durante el proceso y que, a pesar de eso, ellos nunca dieron marcha atrás y por apoyarme a conseguir este sueño dándome la fortaleza necesaria para afrontar cada reto y por todo el esfuerzo que hicieron para ayudarme.

Cristian Adrian Sosa Santos

INTRODUCCIÓN

El aumento generalizado de métodos que promueven la prevención de la contaminación ha traído consigo un cambio esencial para el aprovechamiento de residuos, pues son considerados como una nueva fuente de recursos para la producción de compuestos con valor añadido además de contribuir con la reducción de la contaminación y la protección del medio ambiente según (López et al, 2015). Entre estos residuos se encuentran los orgánicos que son aprovechados en el proceso de lombricompost y compost utilizados como abonos y mejoradores de suelo respectivamente que tienen como objetivo incorporar nutrientes y microorganismos al suelo, además de tener gran importancia mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas facilitando la absorción de nutrientes por la raíz y el crecimiento de las plantas según (García & Félix , 2014).

Por ende, se realiza una secuencia de cómo es el proceso que se requiere para llevar a cabo tratamientos biológicos de residuos orgánicos como lo son el compost y lombricompost identificando conceptos que conllevan a detallar el uso y aprovechamiento de los residuos para generar una agricultura limpia y amigable con el medio ambiente, además cabe resaltar que estos métodos de aprovechamiento de residuos orgánicos disminuyen los impactos ambientales generados por el hombre y que día a día son mayores. Sin embargo, el buen uso de las prácticas ambientales tiende a disminuir la cantidad de residuos orgánicos que llegan a los rellenos sanitarios por medio del lombricompost y compost debido a que dichos rellenos son insuficientes para confinar los desechos que siguen en constante aumento según (Sharma y Sharma, 1999) citado por (Zavala et al, 2017).

A partir de lo anterior, se plantea explicar inicialmente el término que compete a residuos sólidos y su clasificación, además de evidenciar la situación que presenta el país con respecto a estos residuos, así mismo hacer un enfoque al aprovechamiento que se le realiza a los residuos orgánicos por medio del tratamiento biológico el cual es una alternativa que no solo ayuda a la reducción de residuos en los rellenos sanitarios sino que también a la generación de nuevos compuestos y disminución de contaminantes en el medio ambiente. Por consiguiente, se detallan los procesos necesarios para dicho aprovechamiento desde el momento en que los residuos son decepcionados en la planta hasta la obtención del producto final pasando por etapas como la descomposición en donde se encuentra la fase mesófila,

termófila y de enfriamiento, para después pasar a la etapa de maduración y seguidamente efectuar la formación del compost y lombricompost. Además de citar ecuaciones que permiten calcular las dimensiones de las diferentes áreas internas y consideraciones a tener en cuenta tanto para el desarrollo de estos cálculos como para la ubicación y/o generalidades que son de gran importancia para llevar a cabo el desarrollo de dichos procesos en la planta tomando como referencia el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 título f (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012) y la guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

OBJETIVOS

Objetivo General

Describir las generalidades e importancia de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos, a través de un análisis crítico de la información documental recopilada.

Objetivos Específicos

Identificar conceptos, clasificación y manejo de los residuos orgánicos en Colombia y su impacto.

Desarrollar un análisis profundo de compostaje y lombricompost.

Detallar el uso de producción orgánica en lombricompost y compostaje como aprovechamiento.

Analizar la infraestructura utilizada en compostaje y lombricompost.

JUSTIFICACIÓN

La siguiente revisión bibliográfica tiene como propósito realizar un estudio cuantitativo con diseño descriptivo el cual busca “especificar las propiedades, las características, conceptos y las variables se cuantifican en un contexto determinado, observando las mediciones para establecer las conclusiones del estudio” según (Hernandez Sampieri, 2014), en torno al tema de las técnicas de compostaje y lombricompost que se están utilizando como medida de reducción de residuos orgánicos y así mismo para aprovechar dicha técnica o proceso para la obtención de abono orgánico.

Se entiende por compostaje que es una medida de utilización de residuos orgánicos para que estos sean transformados a compost que es un abono natural para los cultivos que brindan nutrientes, mientras que el vermicompostaje o lombricompost es una técnica la cual se trabaja con lombrices y utilización de residuos orgánicos y que estos reposen y sean transformados por las lombrices para la obtención de abono (Vazquez, 2018).

De esta manera diferentes investigaciones o artículos y fuentes de información en relación al compostaje y lombricompost permiten obtener información y comprobar la misma para identificar los conceptos y puntualizar; por dicho motivo se resalta la importancia de los temas mencionados, que hoy por hoy apenas comienzan a tomar poco a poco fuerza y a ser empleados como una de las soluciones para disminuir la cantidad de residuos orgánicos que se producen día a día en el mundo y obtener algo positivo de las técnicas que es el abono.

Con referencia a lo anterior en las investigaciones se identificó cual es la problemática de los residuos sólidos como estos perjudican día a día el medio ambiente, sin embargo, se encuentra como emplean los residuos sólidos orgánicos para el aprovechamiento del mismo como estrategia de negocio y venta de abono producido de las técnicas de compostaje y lombricompost. Por otra parte, Colombia cuenta con un Plan de gestión de residuos sólidos en donde se establecen objetivos, metas y programas y recursos por entes territoriales para el manejo de residuos sólidos para el establecimiento de rellenos sanitarios con su debido proceso y estándar.

En síntesis el estudio tienen relevancia ya que aporta a la universidad de pamplona con una descripción y extendida de información en el documento en torno el compostaje y

vermicompost para siguientes investigaciones que lleven a cabo y tomen este documento como referente ya que dichas técnicas mencionadas son hoy por una solución a la disminución de residuos orgánicos a nivel local, nacional e internacional, siendo de gran provecho así mismo para la facultad ya que como se decía anteriormente muestra la información de manera detallada y organizada obtenida de diferentes fuentes bibliográficas a nivel científico, donde se ha realizado un análisis de las fuentes, por medio de una compilación de información que se considera valiosa para futuros estudios y para que estudiantes y profesionales que no conocen del tema lo conozcan a profundidad.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

Formulación Del Problema

¿cuáles son las generalidades de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos?

Planteamiento Del Problema

Se requiere realizar una revisión bibliográfica y profundizar en las generalidades de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos como base, debido a que es un tema ante el cual se posee falencias o falta de conocimiento del mismo, frente a los procesos de compostaje y lombricompost de manera profunda que como ingenieros civiles se tiene, se plantea como un problema ya que como profesionales debemos conocer acerca de las técnicas las cuales además de requerir un proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos, también requieren de infraestructura para dichos procesos.

En la revisión se encuentra, que Colombia y Latinoamérica se ha visto afectado por los residuos, debido a la falta de clasificación o reciclaje de los mismos, trayendo consigo problemas serios a nivel ambiental y a nivel de salubridad. Día a día se produce cantidad de residuos sólidos de todo tipo por el alto consumo, sin embargo, la ausencia de reciclaje es evidente y el aprovechamiento de los residuos también, por eso hablar de gestión hoy en día es un reto para los gestores a nivel político y organizaciones encargadas de proteger el medio ambiente.

La gestión de los residuos sólidos de manera adecuada requiere de una mirada por parte de los entes encargados a nivel municipal para implementar estrategias que promuevan la disminución de la contaminación en el medio. (Sanchez M. , 2019). El mundo urge, por la necesidad de implementación de procesos con un respectivo seguimiento de transparencia y

educación, donde se refleje la motivación de las personas para la clasificación de residuos sólidos que aqueja al medio ambiente. Hoy por hoy la cantidad de producción de residuos es elevada y peligrosa, debido a una alta exposición a la contaminación de agua, aire, que pueden traer seria crisis a nivel de salud, por eso, se habla, de que este problema de manejo de residuos, va más allá del aprovechamiento de los mismo, el reciclar y aprovechar es entender que nos estamos salvando a nosotros mismos.

El reciclaje se ha convertido en un tema importante, pero todavía queda mucho trabajo por hacer en el país, pues actualmente Colombia solo recicla 17% de los 12 millones toneladas de residuos sólidos al año, que representan cerca de 31.000 toneladas diarias, de estas, solo se aprovechan un promedio de 1,8% del total de los residuos sólidos. (Marciales, 2020).

A Colombia aún le falta trabajar arduamente en los procesos de recolección, separación y aprovechamiento o disposición final de los residuos, según las cifras expuestas anteriormente indican el reto que tiene Colombia frente a la situación a la cual debe poner cuidado desde ya u a tiempo para evitar daños fuertes al medio ambiente.

Uno de los municipios a exponer como pionero o ejemplo de recolección y aprovechamiento de residuos sólidos es Cajicá –Bogotá en donde en el año 2008 el municipio logro la implementación de aprovechamiento de residuos orgánicos con el que disminuyeron el 27% de los residuos sólidos que son llevados al relleno sanitario nuevo Mondoñedo, convirtiendo a Cajicá líder nacional , la estrategia la cual funciono en el proceso de aprovechamiento de residuos consto de definir deberes y derechos de los actores involucrados , donde se tuvieron en cuenta: separación de la fuente, recolección. Transporte, clasificación y reincorporación de cadena productiva. (Sanchez C. , 2019).

Municipio que representa conciencia y racionalidad frente al panorama del aprovechamiento de los residuos, han tomado en cuenta que al reciclar están generando aspecto positivo como aporte a la economía, sin embargo, a pesar del esfuerzo y el impulso que tiene en el marco de los residuos, como medida de aprovechamiento, no basta, para solventar el daño ambiental o el impacto causado en otras partes de Colombia.

Uno de los aspectos que los seres humanos han olvidado es que en el lugar en el cual se vive o se habita debe cuidarse o preservarse, en este caso se habla del planeta, atribuyendo a la idea del cuidado del medio ambiente y no contaminarlo como hoy por hoy se observa, en donde las empresas en su gran mayoría no ocupan una buena posición respecto a la responsabilidad social que éstas le deben al medio ambiente en donde se producen cosas, se consume en cantidades altas sin conciencia alguna y se desecha sin medir los riesgos que dichas acciones humanas pueden traer con el tiempo, ya que las consecuencias no se instantáneas sino que van llegando con el tiempo, por medio del reflejo de un sinnúmero de problemáticas, en relación al impacto ambiental. (Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, 2006, p. 13).

El hombre solo mira hacia un solo horizonte y es el crecimiento económico dejando a un lado el cuidado del ambiente, sin importar los daños que pueda generar, haciendo diversas explotaciones a nivel de minerales, consumo incontrolable y ausencia de reciclaje, y demás problemáticas. Una balanza o equilibrio en este momento es el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos donde se apliquen técnicas como compostaje y lombricompost y demás aprovechamiento como energía sustentable.

Por eso, es importante resaltar la iniciativa de Cajicá el cual genera una gran cantidad de toneladas las cuales vienen correspondiendo al total de “2.000 toneladas de desechos al mes, lo que, a corresponder aproximadamente a 24.000 toneladas al año, de las cuales, 400 toneladas de las 2.000 que se generan mensualmente”. (Periodico Semana;, 2017), de lo mencionado anteriormente se hace énfasis en que gran parte de los residuos corresponden a residuos orgánicos aprovechables en donde tienen una vida útil de transformación para sacar materia prima totalmente nueva.

El esfuerzo de aprovechamiento y enfoque económico por Cajicá y otros municipios, se reflejan un arduo trabajo en el aprovechamiento de residuos según lo mencionado anteriormente, además de ello se suma la asociación colombiana de compostadores Colombia donde están produciendo entre “ 900.000 y 950.000 toneladas de abonos orgánicos, en donde el compost viene representando con un total de 90% del total, y el lombricompost está entre el 10% restante de lombricompost ” según Carlos Ordóñez, 2019, citado por (Matallana, 2021).

Estos avances en Colombia en generación de conciencia y enfoque económico sin dañar al medio ambiente, deberá seguirse trabajado arduamente para que cada colombiano y a nivel de Latinoamérica y el mundo empiecen a generar políticas realmente efectivas en el proceso de aprovechamiento de residuos.

Descripción Del Problema

Hablar de residuos sólidos es profundizar en lo que está sucediendo en cuanto a su aprovechamiento, ya que diariamente la producción de residuos sólidos se produce en cantidades grande por consumo de la población, es importante resaltar que todo es directamente proporcional a mayor población mayor generación de residuos sólidos orgánicos y de cualquier tipo de sólido.

Así pues, realizar una mirada a subir o desarrollar en gran cantidad el aprovechamiento de los residuos generados día a día por la población y minimización de basura ayudara o proporcionara información para desarrollo de proyectos de infraestructura, agroindustriales para mejoramiento y conservación del medio ambiente.

En este orden de ideas, el objetivo central de esta revisión bibliográfica es Describir las generalidades de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos como base, a través de un análisis crítico de la información documental recopilada.

ESTADO DEL ARTE

Las investigaciones en relación al proceso de monografía titulado “generalidades de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos.” son diversas. Los estudios giran en torno a nivel local, regional, nacional, internacional, se agrega también que la monografía sería una base e inicio para los estudios próximos que se empiecen a nivel local en este caso pamplona, norte de Santander.

Local

En el año 2020, Juan Carlos veloza, llevo a cabo un estudio de investigación titulado “Diseño del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de pamplona, Norte de Santander”.

La investigación fue realizada en pamplona norte de Santander, donde el tema fue centrado en el desarrollo de un sistema de aprovechamiento y valorización de los residuos, teniendo en cuentas factores como cantidad de gas, lixiviados buscando un aporte significativo y es implementación de producción de compost, resalta la importancia de la adecuada disposición final de los residuos que si se hace la tarea de manera correcta y mantenida se estaría ayudando a reducción de daño ambiental.

Regional

En el año 2017, Juliet Paola Lizarazo Delgado, llevo a cabo un estudio de investigación titulado “Análisis de la gestión actual del manejo de los residuos sólidos del municipio de Lebrija – Santander.”.

Con base en el panorama planteado por la investigación en relación a la gestión de los residuos sólidos, cabe mencionar, que se debe trabajar en este aspecto para disminuir riesgo a nivel de salubridad y daño al medio ambiente en años venideros, por eso se resalta la importancia de la organización de las buenas políticas que sean ejecutadas de manera correcta y se trabaje por la situación poco a poco para empezar visualizando cambios.

La Investigación enfatiza en su objetivo el cual es analizar cuál ha sido la gestión de los residuos sólidos en Lebrija y proponer ideas que ayuden a disminuir los residuos sólidos, así pues, para saber cuál ha sido la gestión de los residuos como metodología utiliza o aplica entrevistas como muestra a cincuenta personas 50, en donde efectivamente las personas mencionan que no han recibido información ni orientación sobre el manejo de residuos sólidos peligrosos, y que además la factura del servicio es elevada, sin mencionar que la organización, para la recolección es deficiente, en la investigación se describe además según informe entregado por alcaldía que se contaba con la presencia de 23 lugares donde se registró acumulación de residuos sólidos y son potenciales para causar daño sanitario por malos olores y enfermedad, con lo antes mencionado se entiende que la gestión de los residuos sólidos en el municipio se requería con prontitud, su estado requería de manejo e intervención, de esta manera el autor propuesto en su objetivo general disminuir los residuos sólidos y que estos fueran aprovechados, por lo que implementa capacitaciones a usuarios de servicios de aseo en separación de residuos sólidos , propone ser sancionados o incentivados quienes cumplan o no con la separación de los residuos sólidos y propone una política para el mejoramiento de la gestión de los residuos. (Lizarazo, 2017)

Nacional

En el año 2017, Edgar Ricardo Ovideo Ocaña, Luis Fernando Marmolejo Rebellon, Patricia Torres Lozada, llevaron a cabo la investigación denominada Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia”.

Hablar de compostaje es hablar de unas de las oportunidades con las que se cuenta para disminuir residuos sólidos biodegradables, es una de las técnicas que apenas empieza a tomar fuerza en el contexto y que de cierta manera no ha prosperado lo Suficiente debido a la falta de conciencia de las personas, y por las estrategias en los planes de gestión de los residuos que no salen a flote para empezar a impactar en las personas o comunidad, hoy por hoy en los países desarrollados son técnicas aprovechables y que han funcionado para disminuir residuos, sin embargo en países en proceso de desarrollado como es Colombia la

situación es diferente y se van dando pasos mínimos en la gestión de residuos. Mencionado lo anterior se recalca que esta investigación se centró en tres aspectos análisis de la calidad fisicoquímica de los sustratos, evaluación de opciones para mejorar el proceso y la calidad del producto, el desarrollo de herramientas para la planeación y operación de las instalaciones de compostaje.

Con esos tres aspectos se ha empezado a trabajar como el compostaje y se ratifica que con diversos estudios a nivel de investigación se han descubierto aspectos nuevos para la práctica de la técnica y están han sido de ayuda para la implementación todo esto con un fin único que sería la implementación cada día más alta ya que si están los proceso de cómo realizar un compostaje. (Ocaña et al, 2019)

En este mismo sentido, el año 2019, Oscar Vargas Pineda, Juan Trujillo González, Marco Torres Mora llevaron a cabo la investigación la investigación titulada, “El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento” en Orinoquia.

Este trabajo investigativo tiene origen en la a central de abastos del municipio de Acacias, Colombia, así mismo, la investigación desarrollada tiene su objetivo el cual es analizar la perdida de alimentos en la central de abastos del municipio. El articulo tiene el establecimiento de ya evaluar la técnica de compostaje. Este artículo de investigación presenta dos aspectos como lo son la realización de caracterización de residuos y el proceso de evaluación de residuos que se llevó a cabo dicho proceso por noventa días donde lo que busca principalmente era el análisis de Ph, humedad, logrando identificar los estados del control de manera equilibrada aprobando que la técnica de compostaje, si sería una de las mejores alternativas para ser usada con los residuos producidos en la central de abastos esto por medio de la iniciativa para que las personas empiecen trabajando en ello. (Vargas et al, 2019).

Internacional

Lorena Barbaro, Monica Karlanian, Pedro Rizzo, Nicolás Riera, en el año 2019, realizan un estudio titulado “caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos”, en Chile.

En este estudio abordan el compostaje con un objetivo y es el de caracterizar 15 compost para evaluar como componente de sustrato teniendo los elemento como , espacio poroso total, capacidad de retención de agua (CRA), porosidad de aireación (PA), granulometría, pH, conductividad eléctrica (CE), concentración de calcio, magnesio, potasio, sodio y nitratos, realizado dicho proceso determinan cada uno de los compost son variable por lo tanto no será el mismo para lo diferentes cultivo para respectivo abono, debe existir un equilibrio entre los factores como humedad, temperatura y Ph para que no influyan de manera negativa en la plana cuando se le aplica el abono, del mismo. (Barbaro et al, 2019).

MARCO TEORICO

la construcción de los siguientes capítulos, enfatizan en las generalidades e identificación de conceptos de la técnica de compostaje y lombricompost , por lo que se profundizará por medio de la revisión bibliográfica en los residuos sólidos, residuos orgánicos, compostaje, lombricompost y, en el segundo capítulo se abordará las instalaciones o infraestructura de lombricompost y compostaje en Colombia.

Capítulo 1: Residuos Solidos

El termino residuos se asocia al material generado por cualquier tipo de consumo según (Sanchez, 2011) citado por (Garcia et al, 2018) “los residuos o desechos como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó” el autor enfatiza que un residuo no regresa a su estado inicial pero trae consigo una serie de beneficios en la fase de tratamiento, es decir aprovechamiento útil y generación de conciencia en la población, cabe resaltar que día a día, se genera gran cantidad de residuos sólidos con cifras según (Minambiente, 2021) Bogotá es generadora entre :

6.300 y 6.800 toneladas de residuos sólidos al día es decir cerca del 24% de los residuos presentados al servicio de aseo a nivel nacional, estos son transportados al relleno sanitario doña Juana, se ha realizado una aproximación donde solo 1000 toneladas de residuos son reciclados y reincorporados al ciclo productivo. (Minambiente, 2021).

Atendiendo lo anterior, y haciendo un análisis de los datos mencionados anteriormente cabe resaltar que es poca la cantidad de residuos los cuales se ponen en un proceso de reciclaje, por lo que se dicta la necesidad de la buena gestión de los residuos y el cambio de conciencia de las personas así mismo, Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible , en Colombia se genera “3,6 millones de toneladas de residuos al día, de las cuales solo se recicla un promedio del 17% , mientras que en otros países las cifras de

reciclaje alcanzan el 25% y en otros países el 90% ". (Revista semana, 2017)., dichas datos entregados por entidades responsables y transparente dejan por sentado, que urge la intervención con programas de excelente gestión que ayuden a armonizar el proceso de gestión de residuos y aporte positivo de disminución de contaminación, dicho proceso es paulatino, progresivo para el fruto de resultados buenos.

Las cifras anteriores demuestran la necesidad de implementación adecuada de reciclaje, por tal apreciación de datos revelados cabe mencionar que las consecuencias negativas para el medio ambiente y sumado a ello también a los seres humanos es alta, desde este punto se invita a la reflexión y preocupación por la sostenibilidad del ambiente. Hoy los desechos como se conocen también por residuo, se clasifican para hacer una identificación o diferenciación unos de otros, de esta manera se expone un modelo llamado modelo de sustentabilidad según (Kruljac, 2012) citado por (Jimenez, 2017) donde define el modelo como las etapas desde el la creación del producto ,recolectar y transportar dichos residuos , básicamente lo descrito es lo que las personas viven a diario desde sus hogares , esa es la clave de todo que las personas tenga conciencia y empiecen a separar los residuos desde casa para que al momento de pasar recogiendo los residuos estos ya estén gestionados de manera correcta y allí se está realizando un trabajo simultaneo bajo la acción de conciencia positiva, desde este punto no solo se habla de las etapas por las cuales pasan los residuos sino también se encuentran comprometidos unos aspectos para la gestión de los residuos y es tener en cuenta "funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de residuos". (Jimenez, 2017).

Lo descrito anteriormente por el autor, direcciona un orden, un paso a paso para el cuidado de dichos residuos con el fin de sacar provecho del proceso y evitar impactos negativos enfatizándose directamente en el aprovechamiento positivo de la clasificación.

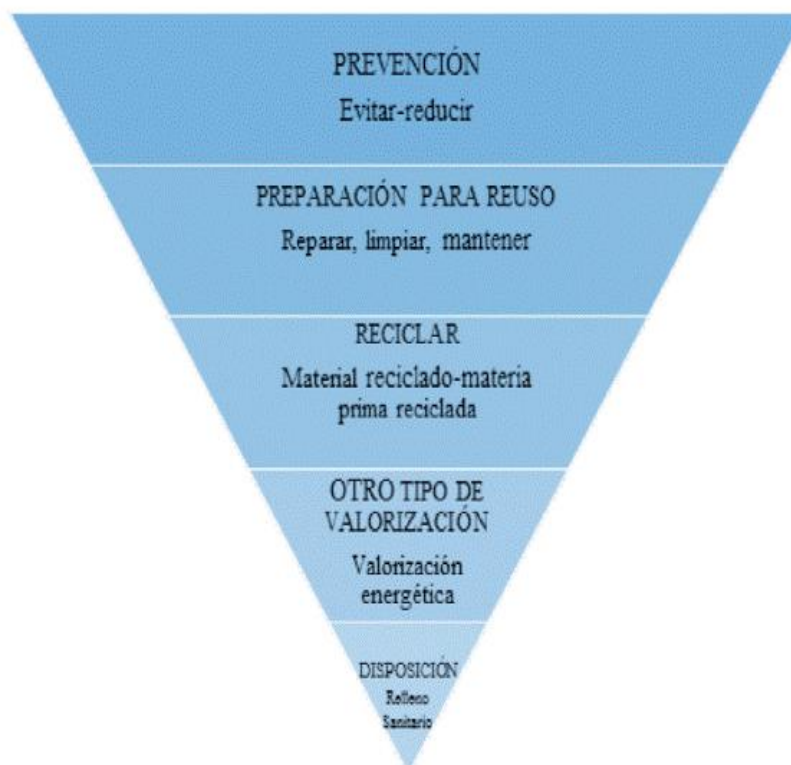
La jerarquía de los residuos solidos

La jerarquía de los residuos donde GIRS tiene que ver mucho aporte a la construcción de la jerarquía, y donde Acosta et al., 2012 la consolidan. Se caracteriza por estar clasificada de la siguiente manera: la realización de prevención, basada en actuar de manera anticipada

para evitar daños a nivel de la identificación y clasificación de residuos, es un proceso de generación de conciencia y proceso educativo para las personas que no tienen conocimiento previo de reciclar, continuamente está el siguiente paso que es, preparación para rehusó que alude a reparar, limpiar y mantener, seguidamente esta reciclar el material y disposición que sería todo lo relacionado con el relleno sanitario. “partir de dicho planteamiento se privilegian acciones tendientes a la prevención de residuos, la reducción y el reciclaje, y finalmente la disposición final”, Esta jerarquía elaborada al ejecutarla permitirá acceso a un proceso aprovechable, citado por (Jimenez, 2017).

Figura 1

Jerarquía de la gestión de los residuos

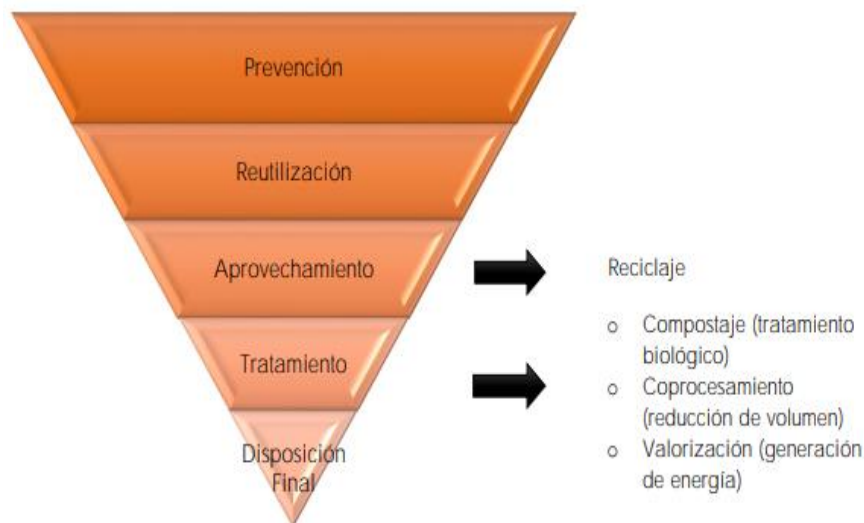


Nota. Jerarquía de la gestión de los residuos, estrategia creada para disminución de ISWA, Key Issue Paper on Waste Prevention, Waste Minimization and Resource Management, 2011, tomado de Teorías y métodos “residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral” por N. Jimenez, 2017, Scielo Cultura y representaciones sociales.

Para el consejo nacional de política económica y social república de Colombia departamento nacional de planeación, los residuos comprenden una separación y una medida para la gestión de los mismos, por lo que, se encuentra establecida una jerarquía de la gestión de los residuos. (CONPES, 2016).

Figura 2

Jerarquía para aprovechamiento de los residuos



Nota. La figura es una jerarquía de residuos que describe diferentes etapas en el aprovechamiento de residuos sólidos, por consejo nacional de política económica y social de Colombia, 2016.

Reciclaje

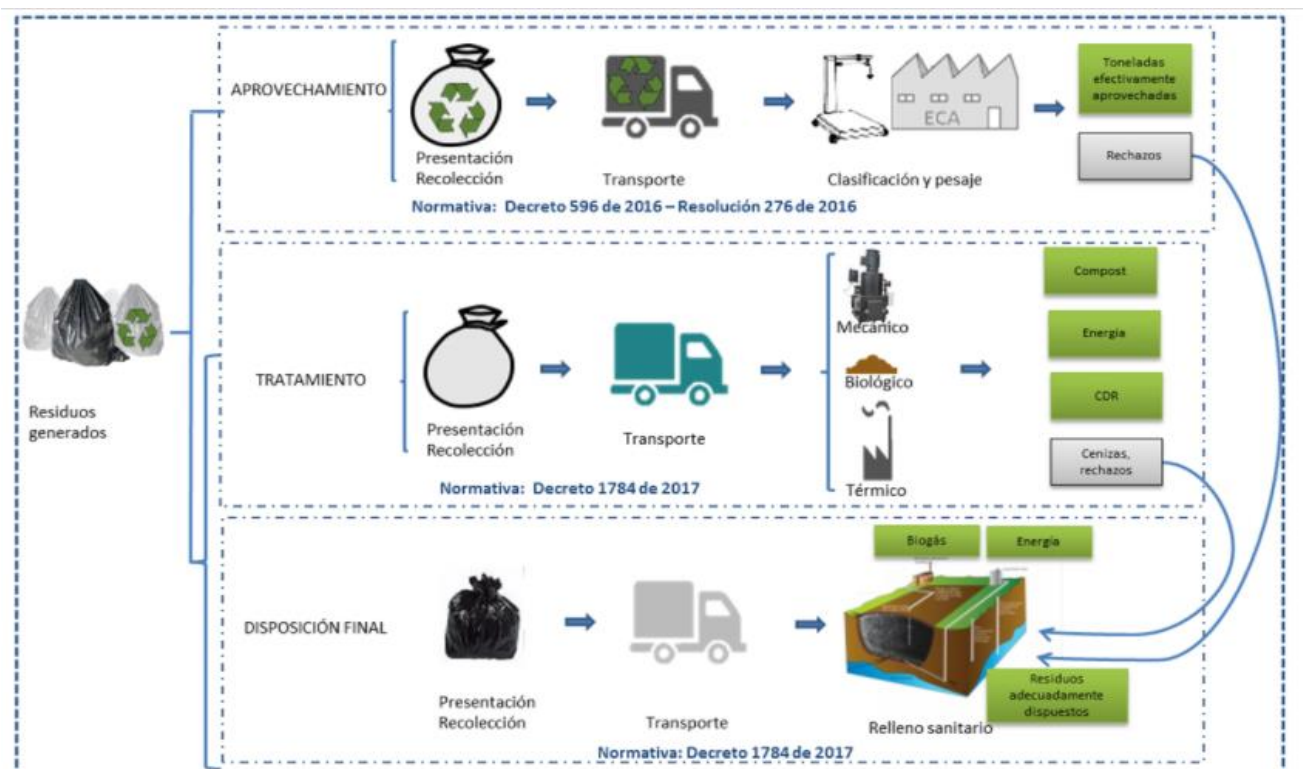
El reciclaje es una manera de aprovechar los residuos sólidos que se presentan día a día en diferentes lugares de consumo y al aprovecharlos poder obtener una materia prima que pueda ser incorporada de manera directa aun respectivo ciclo productivo. (Sanmartin et al, 2017). Los beneficios de reciclar tiene beneficios que ayudan al medio ambiente uno de los primero beneficios es el ahorro de energía, reducción del uso de la nueva materia prima, reducción de la contaminación del aire y agua Uraban 2014 citado por (Lochmuller, 2014).

Disposición final

La disposición final se define como los sitios o lugares autorizados para recibir de forma definitiva los residuos o material residual, hablar de disposición final es entender que su principal actividad se basa en la prestación de servicios públicos del aseo y que según la ley la empresa debe manejar la implementación de rellenos sanitarios “Artículo 2, numeral 66” Decreto 1784 de 2017. (Minvivienda, 2020).

Figura 3

Proceso disposición final de residuos



Nota. Tomado de El tratamiento y disposición final de los residuos conforme a la ley, por Minvivienda 2020.

Los logros alcanzados por el servicio Público de aseo según Ministerio de Vivienda, están basados en un factor fundamental que es la inversión “a través del ministerio de vivienda, ciudad y territorio para el periodo comprendido entre 2010-2016 son del orden de \$83 mil millones de pesos representados en infraestructura y operación ” (Minvivienda, 2020).

indicando que dicha inversión debe ser destinada para el tratamiento y disposición final de los residuos, entendiendo que la inversión es necesaria para mejorar la precariedad de algunos lugares o ir mejorando día a día los estándares de calidad de aquellas ciudades o municipios que tiene una excelente organización y un excelente plan de gestión de residuos sólidos.

Seguidamente es importante hablar de los Logros del programa de manejo de residuos sólidos, según préstamos otorgado por el banco mundial crédito BIRF 7742-CO, crédito o estados financieros de los cuales se hace cargo o son de responsabilidad del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo. (Minvivienda, 2020):

Se incorporó un total de 35 municipios distribuidos por proyecto: Relleno de Ipiales (5), Relleno de La Dorada (11), Relleno de Granada (13), Relleno de Aguadas (6). Nuevos rellenos sanitarios En los Departamentos de Nariño (Ipiales) y Guaviare (Miraflores); se realizó la construcción de nuevo relleno sanitario y construcción de obras complementarias beneficiando a 15 municipios. Rellenos sanitarios expandidos, optimizados o provistos con infraestructura complementaria o equipamiento en los Departamentos de Caldas (La Dorada, Aguadas), Meta (Granada), Huila (Pitalito) y Risaralda (Quinchía), con un total de 42 municipios beneficiados. (Minvivienda, 2020), Una población total beneficiada de 652.614 habitantes. (Minvivienda, 2020).

El programa de disposición de residuos sólidos según el documento de la contraloría presento tres aspectos. (Contraloria, 2010):

1. Construcción y estructuración de esquema para la disposición final de residuos sólidos, este componente será el único a ser financiado con recursos del crédito del Banco Mundial.
2. Fortalecimiento institucional y técnico en la gestión de residuos sólidos y
3. Gerencia del programa.

Sin embargo, en el marco de la gestión ambiental con el préstamo del banco mundial – república de Colombia co-programa nacional para el manejo de residuos sólidos crédito Birf 7742-co, se resalta que los parámetros fueron actualizados para proceder a actuar y hacer bien las cosas desde el direccionamiento de ley. Además se describe en un documento por ministerio de vivienda, acerca de la disposición final de los residuos, según la normatividad reconoce de cómo no se deben hacer las cosas, la ley exige hacer las cosas bien y dentro de

lo no permitido “está el no uso o implementación de botadero abierto, celdas transitorias, la quema a cielo abierto , el enterramiento y el arrojto de cuerpos al agua” (Minvivienda, 2014).

Según él (Minvivienda, 2014) los desafíos para el sector de los residuos sólidos en Colombia actuales son:

Gestión integral de residuos como el reciclaje y la efectiva minimización en la generación de residuos, La necesidad de establecer los costos de los pasivos ambientales asociados a la construcción y operación de rellenos sanitarios, , El desarrollo desigual del sector; principalmente asociado con los rezagos de cobertura en municipios pequeños y zonas rurales; concentrado en zonas donde no existen empresas prestadoras o donde se realiza prestación directa, fortalecer desde el punto de vista técnico y tarifario la creación de infraestructura asociada con la regionalización, como estaciones de transferencia, plantas de reciclaje, plantas de compostaje industrial y plantas de manejo y aprovechamiento de escombros, La necesidad de acciones concretas en aspectos regulatorios, institucionales y presupuestales.

Sin embargo, cabe resaltar que en nuestro país no se ve reflejado el plan de gestión de residuos orgánicos, de manera correcta por diversidad de aspectos como ausencia de recursos a nivel financiero y de infraestructura, por lo que un correcto proceso de recolección, traslado, tratamiento y producto final no está fortalecido y de cierta manera no se ha priorizado como una de los aspectos en los cuales se debería mejorar para eliminación de daño al medio ambiente y salud al ser humano, por esta razón y con el argumento expuesto es necesario agregar lo que pasa, en el relleno sanitario doña Juana en Bogotá, que trae consigo aspectos como, contaminación de corrientes hídricas superficiales en donde se ve afectado un rio llamado Tunjuelito, las quebradas Yerbabuena y Botello, por descarga de sustancias que se producen debido a la degradación de las basuras que se denominan Lixiviados. (Molano, 2019).

En este orden de ideas, otra de los aspectos a resaltar a nivel negativo es la contaminación de agua subterránea, “ la emisión de gases como dióxido de carbono, metano,

ácido sulfhídrico tales gases generados por metalogénesis” (Camargo, 2019)., los cuales se descargan directamente a la atmosfera de manera elevada, además están las afecciones a nivel de salud al ser humano como proliferación de insectos y enfermedades respiratorias.

Informe Nacional de disposición final de residuos solidos

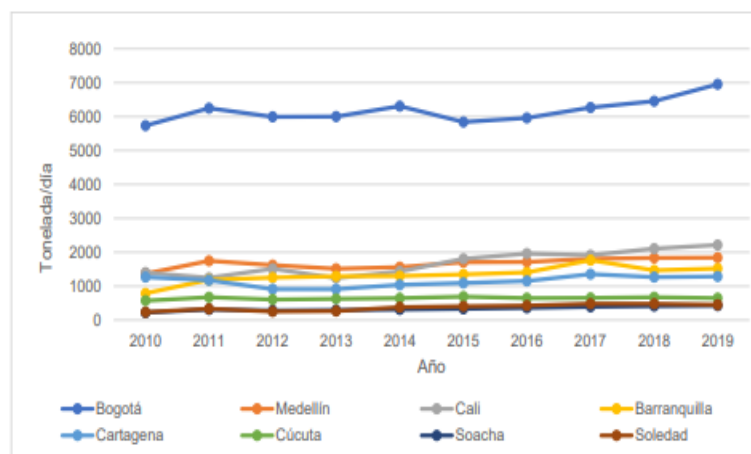
Según los datos del informe emitidos que se encontraran en las siguientes páginas en Colombia se disponen de:

“32294 Ton/día de residuos sólidos, así pues, en la Figura 4 se refleja el comportamiento histórico de las toneladas dispuestas (serie 2010 a 2019) para 8 ciudades con mayor población. Además, se observa que el 47.4% de los residuos del país (15,323 Ton/día)”(Superintendencia de servicios publicos Domiciliarios , 2019).

Dichos datos enmarcados en la responsabilidad y transparencia del reporte ayudan a tomar decisiones que lleven a un cambio paulatino y en la ética del hacer con acciones determinadas para la gestión de los residuos y que estos sean aprovechados de diferentes maneras, ya que hoy en día hay técnicas que permiten el aprovechamiento del mismo.

Figura 4

Serie histórica 2010 – 2019 Para las 8 ciudades con mayor población del país

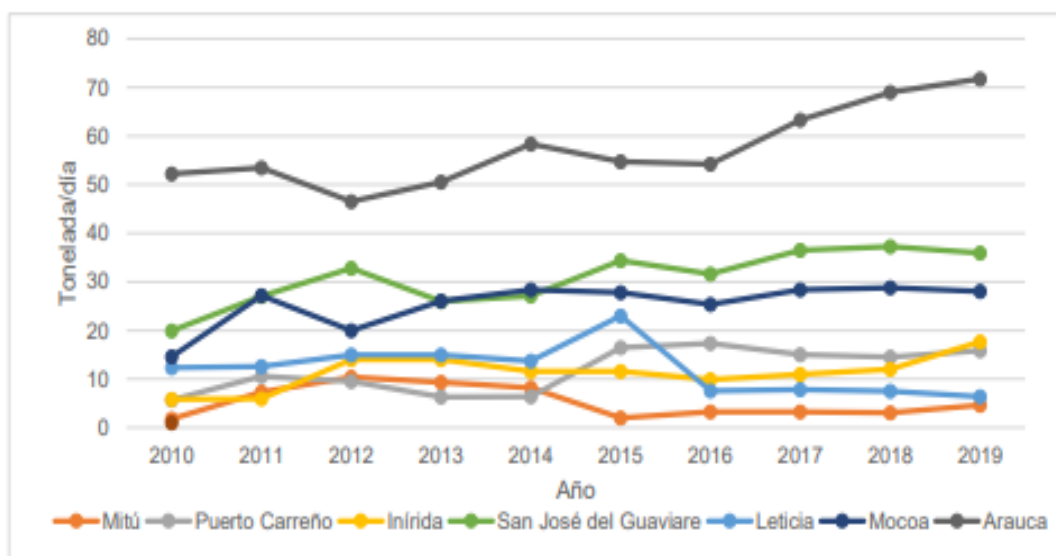


Nota Tomado de disposición final de los residuos solidos, teniendo en cuenta la densidad de población y Cálculos, Superintendencia de servicios públicos (SSPD) , 2019.

Tener información válida como la que se encuentra en la figura 4 además de tomar decisiones permite el replanteamiento de un Sistema sobre el cual se ha venido trabajando, y pensar en cambios que ayuden a concientizar a la población en general del daño que se está causando al medio ambiente por la ausencia de separación de residuos. Desde este aspecto cabe resaltar también lo que está en auge y es la responsabilidad que todos como ciudadanía se tiene, que como empresa se tiene también, ya la Responsabilidad social radica en responder a los daños o impactos causados por las actividades económicas y de cualquier índole que dañen la naturaleza o comunidad. En este sentido, la responsabilidad, de la elección de clasificación de los residuos para un adecuado proceso de disposición final radica en toda la población.

Figura 5

Serie histórica 2010 – 2019 Para las 7 ciudades capitales con menor población



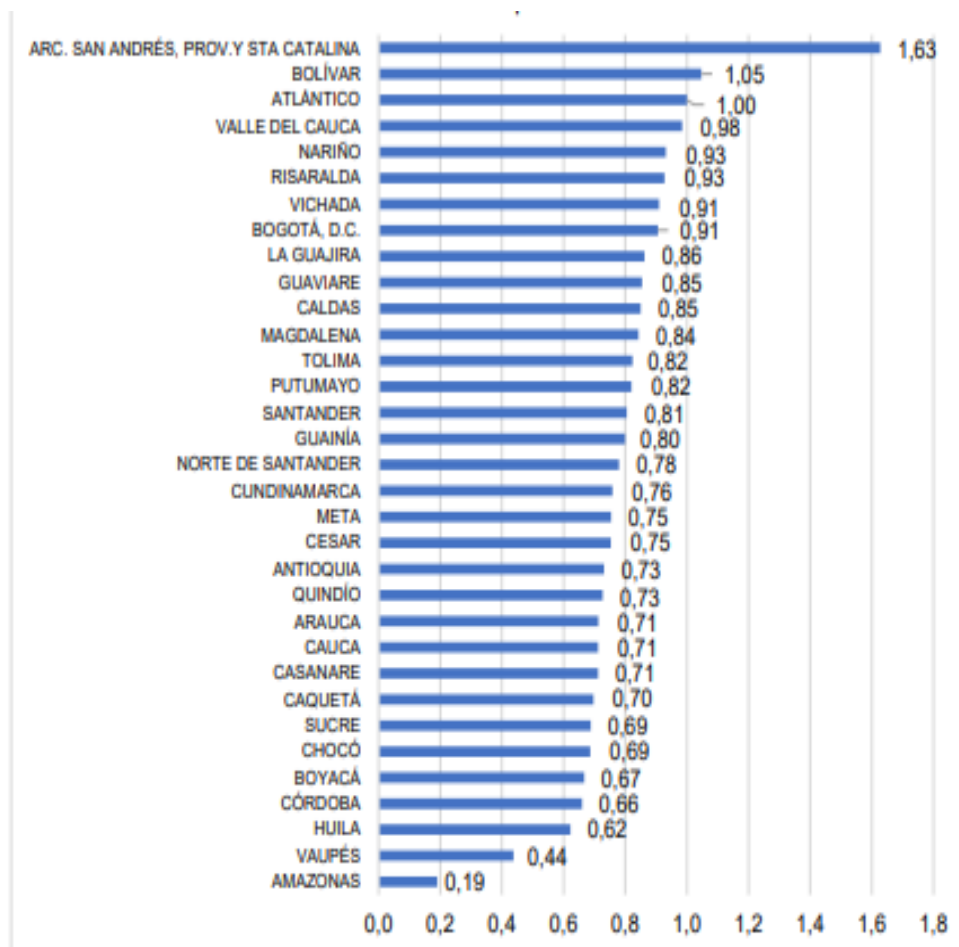
Nota. Tomado de disposición final de los residuos sólidos, teniendo en cuenta la densidad de población y Cálculos, Superintendencia de servicios públicos (SSPD) , 2019.

Consecutivamente se presenta la Figura 5 la cual cuenta con información de “7 ciudades capitales del país con menor población (Mitú, Puerto Carreño, Inírida, Leticia, Mocoa, San

José del Guaviare y Arauca) ” (Superintendencia de servicios públicos, 2019)., en donde la disposición de residuos es muy alta pero la población es pequeña a comparación de la cantidad de residuos y disposición de los mismo, lo que conlleva a pensar o analizar de manera detenida en lo que sucede en los siete lugares , una de las hipótesis es el alto consumo o descontrol del mismo.

Figura 6

Disposición de residuos promedio por departamento por cada 1000 habitantes



Nota. Tomado de disposición final de los residuos sólidos, teniendo en cuenta la densidad de población y Cálculos, Superintendencia de servicios públicos (SSPD) , 2019.

La disposición de residuos es uno de los datos estadísticos que se ha tratado de venir manejando para obtener reportes y cifras reales en relación a cada departamento teniendo en

cuenta la totalidad de la población ya que todo es una cadena, al existir una cantidad de población alta, el consumo será igual de alto por lo que se tendría como resultado altos residuos orgánicos, por esta razón la importancia de que cada lugar tenga una disposición adecuada de los residuos sólidos o empezar a la implementación de técnicas generadoras de resultados positivos como lo son el compostaje y lombricompost. En gran parte del país se tiene rellenos sanitarios los cuales deben cumplir con los parámetros y que esto sean adecuados para la recepción de los residuos sólidos es decir se habla de relleno sanitario, celda de contingencia y planta de tratamiento, donde se puede decepcionar de manera segura los residuos sin que estos perjudiquen o impacten fuertemente el medio ambiente y la salud, así pues, se nombra la siguiente información de disposición de residuos promedio por departamento por cada 1000 habitantes donde se presenta el promedio de residuos por cada 1,000 habitantes.

Resaltar que la producción de residuos influye en diferentes zonas por la cultura, por ser lugares turísticos y sobre todo por la densidad poblacional.

Clasificación de residuos

La clasificación de los residuos es diversa según el lugar o país, sin embargo, según el orden o el sistema implementado para la clasificación es una de las características a resaltar para realizar el proceso de clasificación de manera responsable. Los residuos sólidos se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 1

Clasificación de desechos sólidos

Tipos	Clases	Ejemplos
Doméstico y Comercial	Orgánicos (combustibles)	Restos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, ¹ textiles, goma, cuero, madera y desechos de jardín.
	Inorgánicos (incombustibles)	Vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales ferrosos, suciedad. Artículos voluminosos (línea marrón): muebles, lámparas, bibliotecas, archivadores. Línea blanca: cocinas, hornos, neveras, lavadoras y secadoras. Pilas y baterías provenientes de artículos domésticos y vehículos.
	Especiales	Aceites y cauchos generados por los automóviles.
Institucionales	Igual que los domésticos y comerciales	Se generan en instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales ² y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción	Ladrillos, hormigón, piedras, suciedad, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.
	Demolición	Similar a los desechos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza de calles, playas, cuencas, parques, y otras zonas de recreo, paisajismo. Vehículos abandonados y animales muertos.
Plantas ³	Plantas de tratamiento	Fangos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
	Plantas de incineración	Cenizas, vidrio, cerámica, metales, Madera.
Industriales		Desechos de plantas de procesos industriales, chatarra, desechos especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios		Desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde.

Nota. Esta tabla indica la clasificación de los residuos sólidos la cual ayuda a identificar de manera correcta Como clasificar los residuos.

Expuesto lo anterior se identifica a que corresponde cada residuo, sin embargo existen otras clasificaciones, otra de ellas según Aye y Widdaya (2006) citado por (Bustos, 2009), los desechos sólidos se clasifican en dos grupos según la tabla 1 , que son los orgánicos que son los que se degradan y producen mal olor y los inorgánicos son aquellos que comprenden plásticos, vidrio, metal y otros para los desechos presentados en tres categorías esta los reciclables, no peligrosos y peligrosos.

Se agrega otra clasificación tabla 2, realizada por la agencia presidencial de cooperación internacional del Colombia APC-Colombia (APC-COLOMBIA, 2017) ,la cual realizo dicha clasificación teniendo en cuenta la norma técnica colombiana GTC 24, expedida el 20 de mayo de 2009.

Tabla 2

Clasificación de residuos AC-COLOMBIA

TIPO	CLASIFICACIÓN	EJEMPLOS	DISPOSICIÓN	RESPONSABLE
No peligrosos	Aprovechables	Papel Cartulina Cartón Vidrio Plásticos	Reciclaje o reutilización	Empresa prestadora del servicio de aseo y cafetería.
	No aprovechables	Servilletas. Toallas de manos. Papel higiénico. Material de barrido.	Disposición final	Empresa prestadora del servicio de aseo y cafetería.
	Orgánicos biodegradables	Residuos de comida. Material vegetal.	Disposición final	Empresa prestadora del servicio de aseo y cafetería.
Peligrosos	Peligrosos	Pilas Químicos Medicamentos Baterías Tonners RAEE. Etc.	Programas: a) Computadores para educar. b) Reciclaje y retoma de los fabricantes de computadores y/o periféricos. c) Recolección de bombillos inservibles. d) Recolección de pilas y/o acumuladores. e) Empresas de reciclaje de productos tecnológicos.	Almacenista y área de informática de APC-Colombia. Fabricantes o importadores. Puntos de ventas (distribuidores). Empresas de reciclaje RAEE.
Especiales	Especiales	Elementos devolutivos (Propiedad planta y equipos)	Programa de Computadores para educar. Venta mediante contratación directa. Venta mediante subasta pública.	Almacenista y área de informática de APC-Colombia.
		Escombros.	Disposición final	Empresa prestadora del servicio de aseo y cafetería.

Nota. Calificación específica de los residuos para dar manejo a la misma en la clasificación de los residuos por Agencia Presidencial De Cooperación Internacional Del Colombia APC-Colombia

La importancia de clasificar los residuos es vital debido a que se evitan las problemáticas tales como malos olores, enfermedad. Para Colombia, según el ministerio de

medio ambiente, la clasificación de los residuos se presenta por medio de colores de la siguiente manera, para los residuos aprovechables está el color blanco, el cual debe ir en las canecas y donde se ponen residuos como lo son plástico, vidrio, metales, papel y cartón, Para los residuos no aprovechables está el color negro donde se deposita el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros),y para residuos orgánicos aprovechables esta designado el color verde donde se encuentran residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc. (Minambiente, 2021).

Un aspecto a resaltar, es como, a atreves de los años se ha venido gestionando o trabajando en la clasificación de los residuos para el cuidado del medio ambiente debido a que día a día se ha visto perjudicado con las acciones humanas, para nadie es un secreto como de una manera desmedida se ha venido acabando con el planeta y como el ser humano de manera insensata acaba consigo mismo sin darse cuenta y por ausencia de conciencia, así pues, la preocupación se centra en el incremento de la contaminación ocasionado por los residuos o desechos que se generan día a día y ausencia de reciclaje en los municipios, ciudades y países.

A consecuencia de lo anterior es que hoy por hoy se busca generar conciencia y se ha venido puesto en marcha en algunos países y municipios la idea de reciclar como una forma de innovación y emprendimiento para que tome un rumbo con enfoque y aporte desde lo económico ya que a diario la producción de desechos orgánicos es supremamente alta, se inicia el proceso y como producto final yace la creación de nuevos productos y la venta de los mismos. (Sanmartin et al, 2017).

Gestión de los residuos solidos

En el proceso de gestión de los residuos sólidos se ha evidenciado falencias y ha sido una de las preocupaciones que aquejan al país, por dos factores tales como tipo higiénico , sanitario y daño ambiental ya que de cierta manera la necesidad de recolección de los residuos debe estar establecida como plan de atención a los residuos por medio de servicio público que se presta a los habitantes pero en el avance de los tiempo no ha funcionado como debería, es decir, él se recogían los residuos y la descarga de los mismos al aire libre o al agua sin

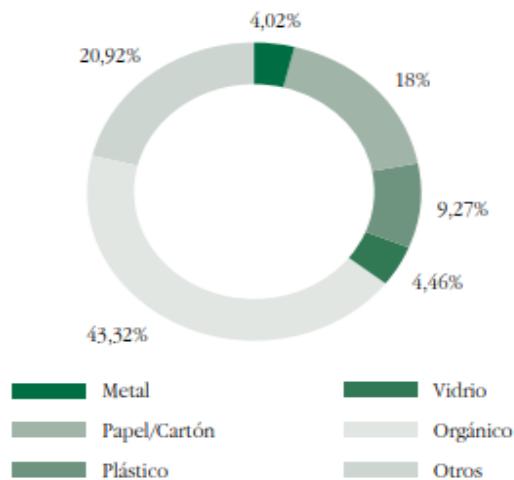
considerar el impacto ambiental que se ocasionaría generando esto un proceso de disposición incontrolada, uno de los problemas más frecuentes han sido como la inadecuada practica de disposición final, manejo de residuos sólidos (Castro, 2017).

La práctica de la disposición final es uno de los aspectos los cuales hoy en día se les da manejo, pero no del todo adecuado. A continuación, en la Figura 7 se presenta información que hace referencia a que los residuos sólidos orgánicos son los que más se generan. “Los sólidos inorgánicos presentan mayor porcentaje de participación en la categoría papel o cartón, seguido de plástico, vidrio y metal, así mismo, se identifica un 20,9% de residuos caracterizados como otros donde están los residuos peligrosos y/o especiales”. (Hernandez & Corredor, 2016).

Las ventajas de gestionar los residuos son prometedoras ya que permiten poner en práctica técnicas para ayudar al medio ambiente como son el compostaje y el reciclar, todo generado desde el principio de la conciencia. (Hernandez & Corredor, 2016).

Figura 7

Promedio de la composición de los residuos



Nota. Waste Atlas 2013 Report. Tomado de Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. por S. Hernández, 2016, Revista de Tecnología | Journal of Technology

Avanzando con datos encontrados en relación a los residuos sólidos, es importante resaltar una serie de aspectos que influyen de forma directamente proporcional en la recolección de residuos, es decir, que entre más grande es la población mayor es la producción de residuos, según el Departamento de asunto económicos y sociales de las naciones unidas afirman que parte de la población en un cincuenta y cinco por ciento, vive en el área urbana y que dicha cifra crecerá para el año 2050, lo que conlleva a un panorama de exposición al serio desafío de la mejora y eficiente gestión de los residuos sólidos municipales. (Nacionaes Unidas, 2018).

Expuestos los datos anteriores, se entiende que el trabajo por una estrategia de gestión de residuos sólidos debe empezar con el cambio de conciencia y al mismo tiempo con establecimiento de planes de gestión de residuos de calidad y efectivos que vayan impactando poco a poco de manera positiva, disminuyendo la cantidad de residuos ya que según las estimaciones si gran parte de la población, vivirá en la zona urbana, el aumento de residuos aumentaría descontroladamente, de esta manera lo que se busca es que desde ya se empiece a trabajar en la gestión de residuos para que, llegado el momento, la densidad poblacional aumenta desmesuradamente, la zona urbana ya se tenga una cultura establecida del habito de buena gestión y cada persona sea participe de la responsabilidad social que todos tienen. De conformidad según un informe emitido por la ONU Medio 2018, la generación de residuos urbanos: “América Latina y el Caribe es de 541.000 toneladas/día, cifra que podría alcanzar por lo menos las 671.000 toneladas/día para el año 2050 (25% de aumento)” (Instituto de estudios urbanos, 2019).

No obstante, queda expuesta la gravedad en relación a la ineficiencia de gestión de los residuos sólidos y la falta de conciencia de las personas, ya que dicho proceso de separación de residuos, inicia desde los hogares y termina con un factor relevante y son las inversiones que hace el país y presupuesto designado para el buen plan de manejo de residuos. Según el Instituto de estudios urbanos la ONU medio ambiente emitió un informe donde los residuos sólidos urbanos generados por el 54,4% de la población de América Latina y el Caribe en 2010 se depositaba en rellenos sanitarios, (Instituto de estudios urbanos, 2019).

Con los datos estadísticos se puede saber cuál es la problemática que envuelve día a día a Colombia y demás países en temas de residuos u aprovechamiento de los mismos , los datos expuestos o mencionados son los que ayudan a la toma de decisiones viables para mejorar los planes de mejoramiento, sin embargo aún la conciencia de los seres humanos no ha despertado, por razones tales como el informe reciente entregado por el departamento nacional de planeación, DNP, donde demuestran ,que si Colombia continua en la misma dinámica de generación de residuos , sin la búsqueda de soluciones para incrementar o mejorar el aprovechamiento, se proyecta que para el año 2030 el país tendrá una crisis de emergencia sanitaria en gran parte de las ciudades acompañado de emisiones de gases efecto invernadero afectando el aire, sin embargo, se han relocalizado significativos esfuerzos en diversos lugares que han aportado de manera positiva y han crecido de manera económica lenta y paulatinamente. (Nuevo siglo;, 2021).Descrito lo anterior se rescata el aprovechamiento de los residuos como manera de contribución para ayudar al medio ambiente.

Fuentes estadísticas de residuos sólidos consolidados

A continuación se presenta una serie de fuentes las cuales son abaladas para la presentación o generación estadística de residuos sólidos y gestión de sus flujos de instalaciones de reciclaje, rellenos sanitarios o temas ambientales, resaltar que estas fuentes estén presentes, es importante ya que se pueden identificar información que ayude al establecimiento de políticas y la buena toma de decisión para mejorar (DANE, 2018).

SSPD: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios

La superintendencia de servicios públicos domiciliarios es la encargada de que las empresas prestadoras de servicio de aseo cumplan con las leyes que se les establece en relación a la recolección- aseo, acueducto , alcantarillado y energía. (SSPD, 2021), cada una de las empresa mencionadas prestadoras de servicio juegan un papel muy importante ya que hay consolidación de información confiable. Dichas empresas prestadoras de servicio están para dar cumplimiento a cabalidad frente a las necesidades específicas que son básicas y

sustentables para la población en general, la superintendencia de servicios públicos se caracteriza por llevar un registro administrativo de disposición de residuos.

DANE: Departamento administrativo nacional de estadística

Se encarga de obtener o manejar estadísticas oficiales de confianza en relación a temas como economía, industria, población, sector agropecuario, y calidad de vida en torno a estos temas investigan y sacan sus estadísticas por medio de encuestas, dichas estadísticas publicadas dan pies, para saber que pasa en cada ambiente y como deben reaccionar los entes gubernamentales y llegar a toma de decisiones que influyan de manera positiva, dicha información también está disponible para la población en general en donde puede investigar cifras estadísticas las cuales nos representan en números lo que sucede en determinado contexto. (DANE, 2021).

IDEAM: Instituto de hidrología, Meteorología y estudios ambientales.

Es una institución fiables y de carácter científico la cual se encarga de producir información confiable por medio de la investigación en la rama del medio ambiente y influye además en la políticas establecidas para la protección del medio ambiente, toma registros de diversos aspectos relacionados con los recursos naturales y su gestión, se encarga de realizar registro administrativo de residuos peligrosos. (IDEAM, 2014).

SUI: Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios

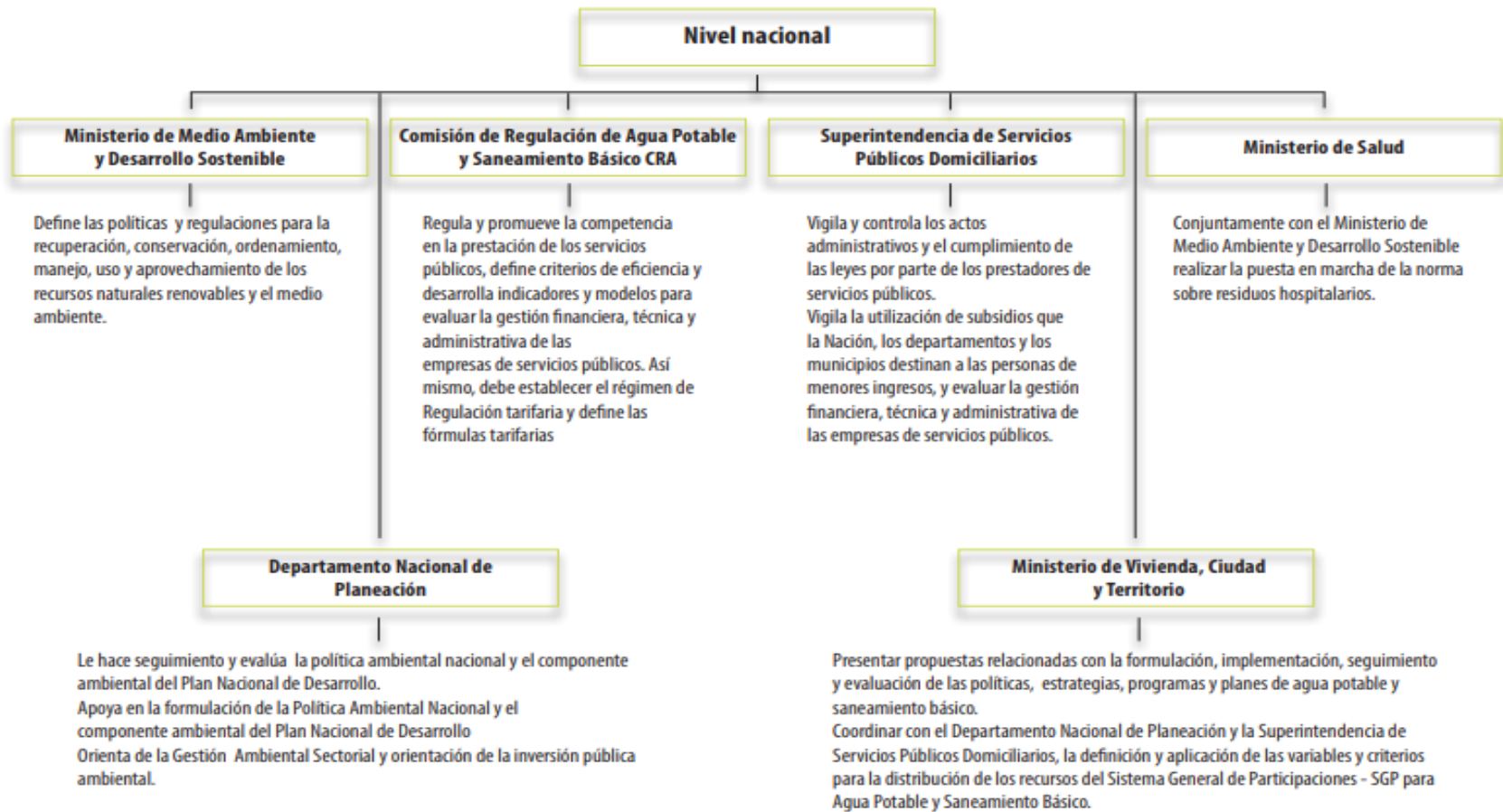
un sistema que entrega por medio de sus boletines información confiable y fidedigna, es un ente el cual fue creado para la planeación, regulación, vigilancia y control de empresas prestadoras de servicios públicos, en este sentido las empresas deben realizar reportes a la plataforma de información, es así como se encarga de tener información sobre la disposición finales de los residuos y como dicha empresa si la disposición no es adecuada debe buscar acciones de mejora. (SUI, 2015).

Marco Institucional

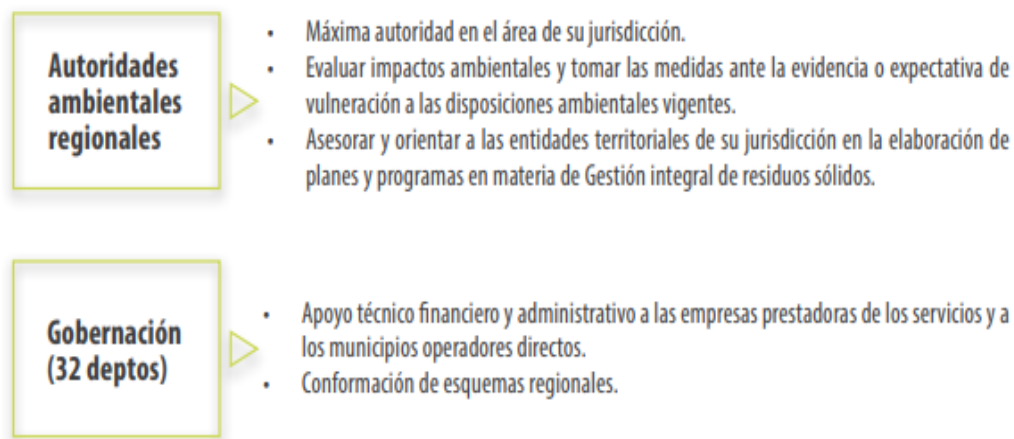
En la Figura 9 y Figura 10, se presenta la estructura institucional en manejo de residuos sólidos y servicios públicos que se deriva de disposiciones de la ley la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994. Las instancias del gobierno que se encuentran a continuación tienen funciones y competencias. (Castro, 2017).

Figura 8

Estructura Organizacional en manejo de residuos sólidos nivel regional



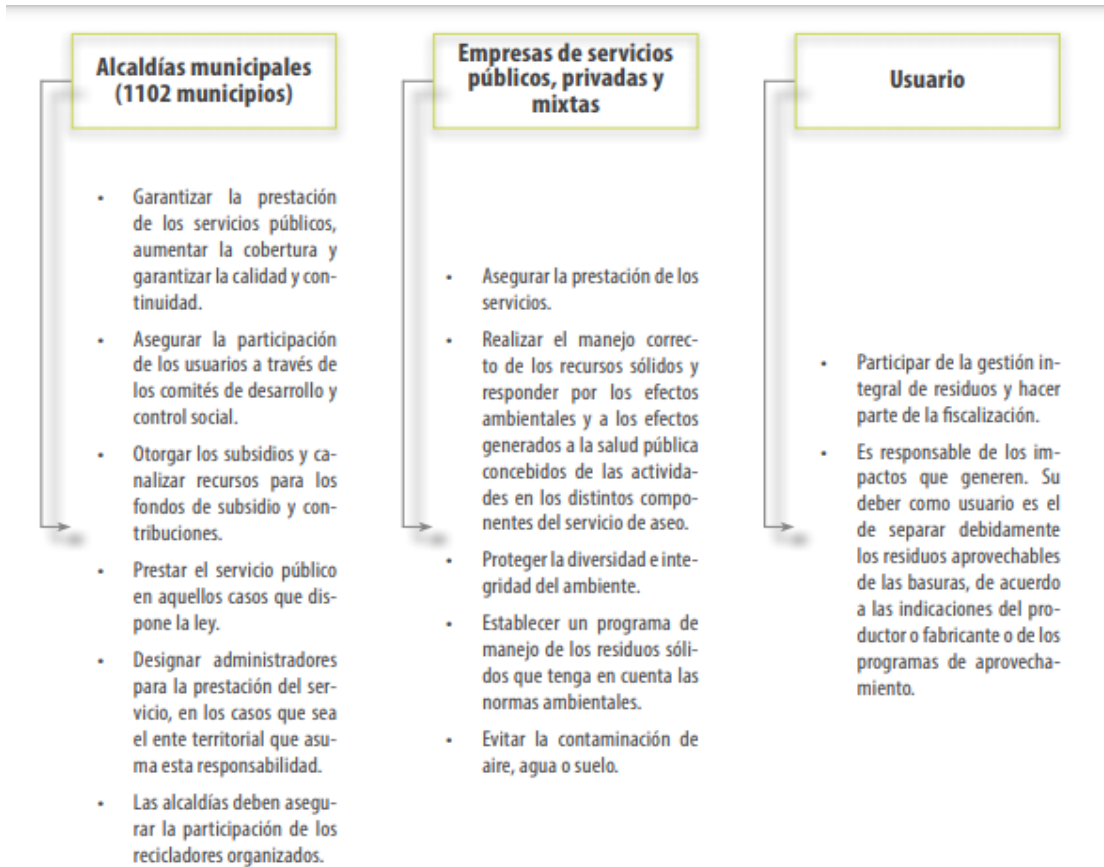
Nota. Tomado de Gestión integral de residuos sólidos por S. Castro, 2017, Fondo editorial Areandino Fundación Universitaria del Área Andí

Figura 9*Estructura Organizacional en manejo de residuos sólidos Nivel Regional*

Nota. Tomado de Gestión integral de residuos sólidos por S. Castro, 2017, Fondo editorial Areandino Fundación Universitaria del Área Andina.

Figura 10.

Diagrama nivel Local



Nota. Tomado de Gestión integral de residuos sólidos por S. Castro, 2017, Fondo editorial Areandino Fundación Universitaria del Área Andina.

Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos es uno de los sólidos más generados en cualquier parte del mundo debido al consumo alto que se presenta, sin embargo, hoy por hoy los países tiene establecido leyes las cuales ayudan a la gestión de los residuos orgánicos para la protección del medio ambiente y salud de las personas. Es un desafío la gestión de los residuos para las organizaciones que velan por el bienestar del medio ambiente y bienestar humano, la acción de no reciclar y no aprovechar los residuos orgánicos ha causado deterioro o daño en algunas

fuentes hídricas por ello el reto es el aprovechamiento racional o reciclaje estable y organizado.

El manejo de los residuos orgánicos tiene dos líneas de elección la primera de ellas es el compostaje y la segunda es el lombricompost, en donde ambas tienen un único fin y es el de mitigar o disminuir la contaminación que a diario se produce, convirtiendo dicho proceso de técnica en sacar abanó para comercialización (Vergara, 2019).

Compostaje

El compostaje se define como una tecnología de bajo costo, que de una u otra manera ayuda a mejorar los suelos o cultivos, Jaramillo y Zapata, 2008 *et al.*, 2016 citado por (Vargas, 2019).

El proceso de compostaje se conoce por ser un método antiguos de residuos orgánicos (Vera, 2019), además es importante resaltar que el compostaje se encuentra en todo el mundo con un fin y es reducir la disposición de residuos en vertederos, Para la obtención del compostaje se realiza un seguimiento en donde se tiene en cuenta la temperatura, humedad y pH , Kaboré *et al.*, 2010 citado por (Lopez, 2017), otro de los conceptos a resaltar en la revisión bibliográfica es que El compostaje es La “mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes” (FAO, 2021).

A continuación se presentan las etapas identificadas según el manual de compostaje del agricultor (Roman, 2013):

El proceso de compostaje cuenta con unas etapas identificadas las cuales se deben llevar a cabo para la obtención del compostaje de buena calidad, además se resalta que una adecuada humedad y temperatura asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos, es un proceso realizado por microorganismos, que, en presencia de oxígeno, “aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost”. Se hace énfasis que según la

temperatura generada en el proceso de compostaje se conocen las tres etapas, las cuales son las siguientes:

Fase mesofílica

La Fase inicial dura entre dos y ocho días, en esta fase inicia el proceso de compostaje a temperatura ambiente y después de varios días aumenta hasta los 45°C, la temperatura cambia por factores como la actividad microbiana debido a que en estas fases los microorganismos utilizan fuentes sencillas de Carbono y Nitrógeno generando calor.

Fase Termófila o de Higienización.

En fase puede oxilar entre algunos meses, dependiendo el tipo de residuos orgánico a compostar, las condiciones ambientales y demás factores. La fase cuenta con microorganismos mesofilos que se desarrollan en temperatura media de 45°C, luego con el pasar de los días la temperatura aumenta a 60 °C, “aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C carbono complejos” (Roman, 2013).

Fase de Enfriamiento o Mesófila II.

En esta fase se presenta la degradación de polímeros como la celulosa y aparecen algunos hongos al bajar de 40 °C, aquí los organismos mesofilos reinician su actividad y el pH “medio descende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración” (Roman, 2013).

Fase de maduración.

Periodo que dura meses a temperatura ambiente, “producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos” (Roman, 2013).

Monitoreo durante compostaje.

Durante el monitoreo de cada una de las fases se tiene en cuenta los siguientes factores; oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación C:N, en relación a condiciones óptimas (Guerrero, 2007).

Tabla 3

Condiciones ideales para el desarrollo del proceso de compostaje

Parámetro	Rango Aceptable	Condición Óptima	Fuente
Relación C/N	20/1 – 40/1	25/1 – 30/1	[10] y [15]
Humedad	40 – 65%	50 – 60%	[10], [14] y [15]
Temperatura	55 – 75° C	65 – 70° C	[3] y [15]
Volteo	Cada semana	Depende de T° y humedad	[1], [4] [13] y [14]
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0	[10] y [15]
Tamaño de la partícula	0.3 – 5 cm	0.5 - 1 cm	[3] y [15]
Tamaño del montón	0.8 -1.2 m	≈ 0.8 m	[1], [2] y [13]
Tiempo	2 – 3 meses	1 – 2 meses	[1], [10] y [15]

Nota. Programa de Manejo Integral de los Lodos Generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Sistemas de compostaje

Los sistemas de compostaje son seleccionados de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar, estos sistemas se dividen en dos los cuales son, sistemas abiertos que se llevan a cabo al aire libre y sistemas cerrados se hace el proceso en espacios confinados y por lo general se emplean en la primera fase del compostaje (Docampo, 2013). Los Sistemas abiertos se dividen en: Se tienen en cuenta unas distancias o magnitudes y presenta varios tipos de compostaje como son; “compostaje en pilas estáticas, compostaje en pilas estáticas aireadas, compostaje en pilas con volteo mecánico” (Docampo, 2013), así mismo, está el sistema cerrado el cual está destinado para la primera fase del compostaje.

Lombricultura o Vermicompost

La lombricultura es observada como una alternativa para la disminución de desechos orgánicos generados y pasar al proceso de convertirlos en abono ya que cuenta con elementos nutritivos y solubles, para su ampliación misma y entendimiento la lombricultura se entiende como un proceso de degradación donde utiliza una especie de lombriz, la cual es utilizada para la producción de abono por medio del material orgánico y obtiene del proceso el humus y la carne, este proceso se utiliza para reciclar desechos orgánicos y como una fuente de proteína no convencional de bajo costo. Las especies de lombrices de tierra son innumerables ya que existen cerca de 8302 especies de las cuales no se conoce su morfología Domínguez, 2010 citado por (Canchari & Mendoza, 2020) se conoce que hay una clasificación de lombrices las cuales son epigeas, endógenas y anécicas.

Clasificación de las lombrices

Por consiguiente, en la clasificación mencionada anteriormente se hace necesario describir cada una de las categorías entre la primera categoría están las lombrices que hacen parte de la clasificación epigea. (Canchari & Mendoza, 2020):

clasificación epigea

estas viven cerca de la superficie del suelo alimentándose de la materia orgánica que se encuentra en descomposición (restos vegetales, heces de animales, etc.), se caracterizan por ser de tamaño pequeño, se reproducen altamente y además se adaptan a las condiciones variables que el suelo presente, particularmente estas lombrices se encuentran en regiones tropicales y se encuentran en las bromelias, sin nombrar, que dentro de esta categoría están otras especies como son “*Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eisenia eiseni*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* y *Eiseniella tetraedra*”.

Clasificación endogeas

estas son lo contrario de las de la primera especie ya que estas si, viven en profundo del suelo, esta se reproducen en menor cantidad y el ciclo de vida es largo una característica propia de sí mismas es que son más resistentes a periodos de ausencia de alimento y pertenecen las siguientes especies “*Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, *Octolasion cyaneum*, *Octolasion tyrtaeum*, *Polypheretima elongata* y *Pontoscolex corethrurus*”.

Clasificación anecicas

se extienden varios metros por debajo del suelo y en las noches salen a la superficie para alimentarse de hojarascas, heces y materia orgánica que se encuentre en descomposición su propio excremento lo depositan en la superficie del suelo, se caracterizan por ser de tamaño grande y color pardo oscuro en la edad adulta, la tasa de reproducción es baja y las especies incluidas en esta categoría son “*Lumbricus terrestris*, *Lumbricus friendii*, *Aporrectodea trapezoides*, *Aporrectodea longa* y *Octodrilus complanatus*”.

Etapas del vermicompost

El compostaje ha sido una de las técnicas empleadas que ayuda a la reducción de residuos orgánicos y de ha sido una medida que está ayudando en gran medida al medio ambiente. Este proceso cuenta con unas etapas las cuales son (Camiletti, 2016):

Etapa de acondicionamiento

Preparación de residuos sólidos para que quede adecuado el alimento para las lombrices.

Etapa de Vermicompostaje

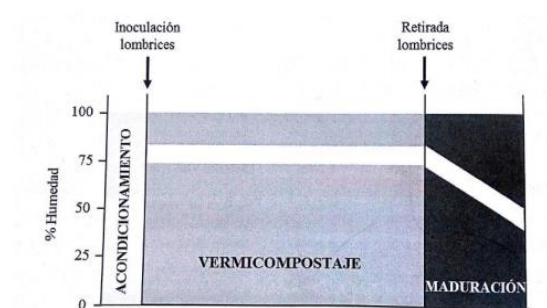
La duración es variable dependiendo de la cantidad de residuos, lombrices y factores como la temperatura y humedad.

Etapa de maduración

Una vez se han retirado las lombrices se recomienda dejar madurar el sustrato orgánico para aumentar, estabilidad, madurez y calidad.

Figura 11

Etapas del vermicompostaje



Nota. Etapas del vermicompostaje toamdo de estudio de vermicompostaje de residuos organicos de distinta naturaleza, por M. Hernandez, 2016.

Factores a tener en cuenta en la lombricultura

El proceso de lombricompostaje cuenta con unos parametros para el éxito del mismo asi pues se describen los siguientes:

Alimentación. La alimentación de las lombrices es de residuos orgánicos y es necesario dejar el desecho orgánico que se descomponga antes que la lombriz lo injiera (Alvarado, 2019). A continuación se presenta la figura según (Vermicamp, 2017).

Tabla 4

Materiales vermicompostables

En grandes cantidades	En pequeñas cantidades	No se debe poner en la vermicompostadora
Desechos vegetales de la cocina	Cascaras de huevos molida	Vidrio, metal
Restos de fruta	Cartón sin Tinta troceado	Plástico, tetrabriks, pilas, bombillas, medicamentos.
Alimentos estropeados o caducado	Servilletas y papel de cocina	Pinturas, esmaltes, productos químicos
Hojas y flores frescas	Papel de cocina, servilletas, filtros de café	Papel y cartón impreso con tinta
Restos verdes de poda o de plantas	Ceniza de madera sin tratar	Cenizas de madera tratadas o carbón
Restos de cosecha	Productos lácteos	Restos de barrido, polvo y limpieza, bolsas de aspirador
Hojas frescas	Césped	Aceites de motor
Posos de café e infusiones	Poda triturada	Fertilizantes, insecticidas, raticidas
Algas marinas lavadas	Restos de carne y pescado genera olores	Heces de perros y gatos contiene parasito
Estiércol de animales de granja o corral	Pinas y cítricos	Filtros de cigarrillo
Malezas evitar que tengan semillas	Pelos y plumas	Tejidos sintéticos
Restos de pastas, arroz, pan, cereales.	Hilos naturales	Pañales desechables
	Alimentos cocinados, aceites y grasas	Alimentos salados o avinagrados

Nota. Fuente: Soluciones de compostaje gestión ecológica de residuos orgánicos MANUAL DE VERMICOMPOSTAJE.

Ubicación de los canteros. Se deben ubicar en lugares donde no llegue el sol o lugar sombreado, cajas ecológicas y en campo abierto, las dimensiones del cantero son variables la construcción de los mismos se recomienda con dimensiones 1.20 a 1.50 m de ancho de 0.60 a 0.70 m de alto y largo 30 m, la humedad de los mismos, debe mantener del 75% al

80%, si la humedad llega a estar en 70% son desfavorables para la cría y debajo de 55 son niveles de muerte (Castellanos, 2011)

Temperatura. Debe estar entre 15-24°C lo más cercano posible a lo corporal de la lombriz que es de 19°C por encima de 30°C resiste bien la temperatura, pero la producción no será la misma porque será menor e ira en descenso en la producción de humus.

PH. Debe estar comprendido entre 6.5 y 7.5 y siendo los valores óptimos que se encuentren entre 6.8 y 7.2.

Aireación. Se requiere aire para la lombriz en su proceso vital y por lo tanto es necesario remover los canteros o lechos con rastrillo por lo menos cada siete días.

Humedad. Las lombrices necesitan una humedad superior al 70 % donde su optimo es de 85 %. (Camiletti, 2016).

Acontinuacion se presentan la tabla 5, donde una vez mas se nombran los parametros ya antes mencionados, los cuales describen información o directriz de manera especifica por cada factor. (Hernandez M. , 2016)

Tabla 5*Parámetros controladores vermicompostaje*

Parámetro	Frecuencia de control	Rango optimo	Información
Humedad	Diaria	Entre 70-90%	Relacionado con la respiración de las lombrices. Si es menor, regar; si es mayor drenar
Temperatura	Diaria	18-28° C (<i>E. fétida</i> o <i>E. andrei</i>)	Los sistemas a escala industrial generan más calor, teniendo más dificultad para disiparlo. Si la temperatura sobrepasa los 35°C se aconseja añadir agua o reducir la cantidad de residuo introducida.
Aireación	Diaria	Entre 55-65%	Depende de las condiciones físicas del residuo, aunque la acción de las lombrices favorece la aireación. El nivel de O ₂ puede disminuir por exceso de agua o por compactación del material
pH	Semanal	Entre 7 -8.5	Es recomendable mantenerse por encima de 7 para controlar depredadores y plagas
Densidad de población	Semanal	1m ² (20000-30000)	Alimento abundante y condiciones controladas provocan su autorregulación, estabilizándose la densidad de población
Madurez	Semanal	Depende de la especie. (60% juveniles, 40%adultas)	La proporción de individuos adultos y juveniles indica el estado de salud de su población
Tasa de reproducción y fertilidad	Quincenal	Depende de la especie (>500 capsulas 70%eclosion)	Indica el potencial para fundar nuevas unidades a partir de ese material

Nota. Factores que se tienen en cuenta para un proceso adecuado de vermicompostaje .

Cosecha. Pasados los dos meses y medio el abono está listo para ser retirado y allí es necesario dejar a las lombrices 12 días, sin alimento para que salgan a la superficie y poderlas retirar del abono.

El lombricompost ha sido una de las alternativas ,vista como el manejo integrado que se le ha dado debido a que es un método limpio, sostenible para la reducción de residuos por medio de la aceleración de la descomposición de los mismos, Bhat et al., 2016 citado por (Vecela et al, 2019), también se define como “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio” Para obtener el lombricompost para fertilizante de uso agrícola y proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales, el lombricompost obtenido brinda ventajas que es la fertilización de la especie vegetal, para

dicho proceso se utilizan residuos orgánicos que debe ser compostado por la lombriz lombriz californiana que transforma mediante su digestivo en un fertilizante (INCAP, 2020).

Importante resaltar que para la realización del vermicompost se emplean tres especies determinadas de lombriz y se denominan como *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana) *Eisenia andrei*. (Sandoval, 2018).

Eisenia foetida (lombriz roja californiana)

La lombriz hace parte del proceso actual de reciclaje de desechos orgánicos y como parte final se obtiene lombricompost (abono orgánico) y carne, fuente óptima para la alimentación animal Ferruzzi 1987 citado por (Loza , 2011). La lombriz roja californiana presenta “corto ciclo reproductivo (4 veces por año), elevada frecuencia de apareamiento (producen un cocón cada 7-10 días), mayor longevidad (15-16 años), su docilidad para cría en ambientes reducidos, su mayor velocidad y volumen en la producción de lombricompuesto”

Continuación se presentan los siguientes aspectos, a tener en cuenta para lombricompostaje que son clasificación taxonómica, características de la lombriz (Somarriba, 2004).

Clasificación taxonómica de la lombriz

Reino: Animal Tipo: Anélido (cuerpo anillado) ,Familia: Lumbricidae.,Género:*Eisenia*. Especie: *Foétida*. Anatomía y Fisiología: Pared del cuerpo Sistema respiratorio Aparato digestivo Sistema nervioso Aparato circulatorio Sistema reproductor Aparato neurosensorial Sistema excretor. (Somarriba, 2004).

Características de la lombriz californiana

La lombriz no posee dientes y además no puede recibir rayos ultravioleta por que la matan, es uno de los animales que respira a través de la piel, es hermafrodita ya que posee ovarios y testículos es incapaz de autofecundación y necesita de otra de las lombrices de la

misma especie , su peso cuando es adulto es de “ 0.8 a 1 g y además ingieren diariamente el 100% de su peso en materia orgánica en descomposición y del cual el 60% es excretado abono orgánico y el 40%” (Somarriba, 2004) , es asimilado y se convierte en biomasa de lombriz, se describe que su madurez sexual la adquiere a los tres meses , su número de crías es de 2 a 21 lombrices y pueden llegar a duplicarse cada 45-60 días y en las mejores condiciones serían 1,500 lombrices a laño, estas lombrices son 80% agua y 20% materia seca, posee el 65% de proteína. (Somarriba, 2004).

Mencionado lo anterior cada aspecto es relevante para el mantenimiento de un proceso correcto y eficaz sin embargo se hace necesario nombrar algunos pasos a tener en cuenta para la plantación de lombricultura los cuales son (Somarriba, 2004):

- PASO 1: Adquisición de Pie de cría de lombrices, equipos y herramientas adecuada.
- PASO 2: Preparación de los canteros.
- PASO 3: Selección y preparación de los sustratos para la alimentación de las lombrices.
- PASO 4: Siembra de las lombrices en los canteros.
- PASO 5: Alimentación de los canteros.
- PASO 6: Riego de los canteros.
- PASO 7: Ampliación del criadero
- PASO 8: Cosecha de lombriz
- PASO 9: Cosecha de humus.

Capítulo II. Estructura planta de compostaje

Para el diseño de la planta de compostaje deben considerarse los aspectos de la Tabla 6 que son de suma importancia para el desarrollo tanto de los cálculos como para el desarrollo de la producción.

Tabla 6

Plantas de compostaje

Aspectos	(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)	(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)
Control de olores	Se debe realizar control de las variables de proceso tales como el tamaño de partícula, la temperatura, garantizar oxigenación homogénea y evitar la presencia de plásticos y otros materiales no biodegradables o contaminantes	Viento contrario a poblaciones
Distancia a zonas residenciales	≥ 500 m	300-500 m
Debe realizarse bajo techo	Si	A la intemperie o dentro de infraestructuras cubiertas con o sin muros.
Humedad	40-60 %	30-65 %
Relación C/N	20-30	20-30
Temperatura	20-55 °C	40-55 °C
Ph	4-9	6,5-8

Aspectos	(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)	(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)
Base de la pila (Bp), altura de la pila (hp)		$2 \leq Bp \leq 3$ m $1 \leq hp \leq 1.5$ m
Longitud total de fila estándar de degradación		10-15 m para plantas pequeñas y hasta 100 m para plantas grandes
Espaciamiento entre pilas	≥ 3 m	2-2.5 m; si se utiliza sistema manual 4 m si se utiliza sistema mecánico
Altura para cribado (h_{cri})		1.5 m
Tipo de sistema a utilizar	≤ 3000 usuarios: manual. 3001-8000 usuarios: semi-mecanizado. ≥ 8001 usuarios: mecanizado.	Capacidad de producción de residuos < 2 Ton/día: manual. Capacidad de producción de residuos 2-10 Ton/día: semi-mecanizado. Capacidad de producción de residuos > 10 Ton/día: mecanizado.
Tiempo de almacenamiento	30 días	30 días
Tiempo del ciclo de degradación	3 meses	5-8 semanas
Tiempo que debe durar el proceso completo		3-6 meses
Pisos	No interferir con el suelo: nivel, compactación y garantizar la libre movilidad de personal,	

Aspectos	(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)	(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)
	maquinaria y equipo de trabajo.	

Nota. Adaptado de Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, por Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2012; Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante compostaje y lombricultura, por MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012.

Figura 12

Planta de compostaje con sistema de pilas o hileras



Nota. Tomado de ¿Qué es una planta de compostaje? [Ilustración], por Agencia de residuos de Cataluña, 2009.

Como se observa en la Figura 13 una planta de compostaje con sistema de pilas o hileras y con aireación por volteo requiere de diferentes áreas para el desarrollo de cada uno de los procesos necesarios para la elaboración del compost, a continuación, se describen las ecuaciones propuestas para calcular cada una de estas áreas por medio del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ras 2000 título F (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012). Además de la Guía para el Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante compostaje y lombricultura (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

Área de recepción

“Donde ingresa el material a compostar, el cual es identificado, pesado, separado, clasificado y triturado” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación de área para recepción y selección según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$Ar (m^2) = \frac{Q}{\rho * Hc}$$

Donde:

Ar = Área de recepción

Q = Residuos sólidos recibidos (Ton/día)

ρ = Densidad de residuos sólidos (Ton/m³)

Hc = Altura de residuos dispersos (m)

Ecuación de área para recepción y selección según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

El Ras 2000 – título F no tiene una ecuación que permita calcular la dimensión de esta área.

Área de descomposición

“El área de descomposición permite que los residuos orgánicos se descompongan, es también donde se desarrolla la primera parte de la compostación; esta área debe contar con un aislamiento entre el suelo y los residuos orgánicos” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación para área de descomposición según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

Para la determinación de esta área se debe tener en cuenta el volumen de la pila para degradación, la longitud total de la pila y el número total de pilas, a continuación, se presentan las fórmulas para el cálculo de los parámetros anteriores:

$$V_{pila} = \frac{Q * Td}{\rho}$$

Donde:

V_{pila} = Volumen de la pila para degradación (m^3)

ρ = Densidad de residuos solidos (Ton/m^3)

Td = Duración de degradación (días)

Q = Residuos sólidos recibidos ($Ton/día$)

El número total de pilas y la longitud total de la misma se puede calcular dependiendo del tipo de sección, a continuación, se describen las ecuaciones para el tipo de sección.

Área según el tipo de sección

Rectangular:

$$A_{sección} = Bp * hp$$

Triangular

$$A_{sección} = \frac{Bp * hp}{2}$$

Trapezoidal

$$A_{sección} = \frac{Bp * bp}{2} * hp$$

Semicircular

$$A_{sección} = \frac{\pi * (Bp/2)^2}{2}$$

Donde:

Bp = Base de pila (m)

hp = Altura de pila (m)

$A_{sección}$ = Área de sección (m^2)

bp = Base superior de la pila (en caso sección trapezoidal) (m)

Longitud de la pila

$$L_{pila} = \frac{V_{pila}}{A_{sección}}$$

Donde:

L_{pila} = Longitud de pila (m)

V_{pila} = Volumen de la pila para degradación (m^3)

$A_{sección} = \text{Área de sección (m}^2\text{)}$

Cantidad de pilas

$$N^{\circ} \text{ de pilas} = \frac{L_{pila}}{L_f}$$

Donde:

$L_f = \text{Tamaño total de hilera estándar de descomposición (m)}$

$N^{\circ} \text{ de pilas} = \text{Numero de pilas}$

$L_{pila} = \text{Longitud de pila (m)}$

Finalmente se calcula el área de descomposición dependiendo de la cantidad de pilas.

$$A_{pilas} = N^{\circ} \text{ pilas} * B_p * L_f$$

Donde:

$A_{pilas} = \text{Área de pilas de degradación (m}^2\text{)}$

$L_f = \text{Tamaño total de hilera estándar de descomposición (m)}$

$N^{\circ} \text{ de pilas} = \text{Numero de pilas}$

$B_p = \text{base de pila (m)}$

Ecuación para área de descomposición según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

La siguiente ecuación se utiliza para pilas o hileras con sección triangular, en caso de tener una forma diferente deberá tenerse en cuenta la fórmula de área para dicha sección.

$$A_T = \frac{B_p * h_p}{2}$$

Donde:

$A_T = \text{Área transversal de la pila (m}^2\text{)}$

$B_p = \text{Base de pila (m)}$

$h_p = \text{Altura de pila (m)}$

Una vez calculada el área transversal de la pila se procede a determinar la longitud de la misma.

$$L_{pila} = \frac{(Q/\rho)}{A_T}$$

Donde:

L_{pila} = Longitud de pila (m)

Q = Cantidad de residuos orgánicos (kg)

ρ = Densidad de los residuos orgánicos (kg/m³)

A_T = Área transversal de la pila (m²)

Después con el criterio del diseñador se establece la cantidad de pilas formadas por mes y la cantidad total en el tiempo de diseño (3 meses) y se calcula el área total de degradación.

$$A_{ct} = N^{\circ}_{pilas} * (Bp * L_{pila})$$

Donde:

A_{ct} = Área total de degradación (m²)

N°_{pilas} = Numero de pilas

L_{pila} = Longitud de pila (m)

Bp = Base de pila (m)

Ahora se presenta la ecuación para determinar el área total que debe haber de separación entre pilas.

$$A_{esp} = (N^{\circ}_{pilas} - 1) * esp * L_{pila}$$

Donde:

A_{esp} = Área de espaciamiento (m²)

N°_{pilas} = Numero de pilas

L_{pila} = Longitud de pila (m)

esp = Espaciamiento entre pilas (m)

Área de maduración

“En ella se conforman pilas con el material proveniente del proceso de descomposición, y su dimensionamiento contempla tiempos de operación, cantidad de residuos de ingreso, y

espacios específicos” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación para determinar el área de maduración según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

El denominador de la ecuación hace referencia al área transversal de una pila triangular, en caso de tener otra sección deberá tenerse en cuenta el área de ella.

$$L_{mad} = \frac{V_{pila} * (1/2)}{(Bp * hp / 2)}$$

Donde:

L_{mad} = Longitud de pila de maduración (m)

V_{pila} = Volumen de la pila para degradación (m³)

Bp = base de pila (m)

hp = altura de pila (m)

Seguidamente se requiere calcular el número de pilas por lo que se determina de la siguiente forma.

$$N^{\circ}_{pilasmad} = \frac{L_{mad}}{Lf}$$

Donde:

$N^{\circ}_{pilasmad}$ = Numero de pilas de maduración

L_{mad} = Longitud de pila de maduración (m)

Lf = Tamaño total de hilera estándar de descomposición (m)

Una vez obtenidos los valores anteriores se calcula el área de las pilas de maduración con la siguiente ecuación

$$A_{mad} = N^{\circ}_{pilasmad} * Bp * Lf$$

Donde:

A_{mad} = Área de pilas de maduración (m²)

$N^{\circ}_{pilasmad}$ = Numero de pilas de maduración

Lf = Tamaño total de hilera estándar de descomposición (m)

Bp = base de pila (m)

Se debe calcular un área de espaciamiento para la correcta toma de datos de las pilas y/o correcto transito del personal y maquinaria necesaria.

$$A_{esp} = Lf * esp$$

Donde:

A_{esp} = Área de espaciamiento entre pilas de maduración (m²)

Lf = Tamaño total de hilera estándar de descomposición (m)

esp = espaciamiento entre pilas (m)

Finalmente se calcula el área total de maduración teniendo en cuenta el área de espaciamiento y área de maduración.

$$A_{Tmad} = A_{mad} + A_{esp}$$

Donde:

A_{Tmad} = Área de maduración (m²)

A_{mad} = Área de hileras maduras (m²)

A_{esp} = Área de espaciamiento entre pilas de maduración (m²)

Ecuación para determinar el área de maduración según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

El Ras 2000 – título F no tiene una ecuación que permita calcular la dimensión de esta área.

Área de post-tratamiento

“El área de post-tratamiento contara con un equipo de cribado en el cual se retire material impropio del compost, mejorando su granulometría” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación para determinar el área de post tratamiento según

(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$A_{post} = \left(\frac{\forall_{pila} * (1/3)}{h_{cri}} \right) * A_{cri}$$

Donde:

A_{post} = Área de post tratamiento (m²)

A_{cri} = Área de criba (m²)

h_{cri} = Altura de criba (m)

\forall_{pila} = Volumen de la pila para degradación (m³)

Ecuación para determinar el área de post tratamiento según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

El Ras 2000 – título F no tiene una ecuación que permita calcular la dimensión de esta área.

Área de almacenamiento

Es el lugar donde se almacena el compost final que se obtiene por medio del tratamiento biológico, este permanece en ese lugar hasta el momento de su venta o aplicación según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012).

Ecuación para determinar el área de almacenamiento según

(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$A_{alm} = \left(\frac{\forall_{pila} * (1/3) * t}{h_{alm}} \right)$$

Donde:

A_{alm} = Área de almacenamiento (m²)

\forall_{pila} = Volumen de la pila para degradación (m³)

h_{alm} = Altura de almacenamiento (m)

t = Periodo de almacenamiento (días)

Ecuación para determinar el área de almacenamiento según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

Para determinar el área de almacenamiento se debe calcular inicialmente el volumen de almacenamiento, estos se calculan de la siguiente manera.

$$V_{alm} = \frac{Q}{\rho}$$

Donde:

V_{alm} = Volumen de almacenamiento (m³)

Q = Cantidad de residuos orgánicos (Ton/días)

ρ = Densidad de los residuos orgánicos (Ton/m³)

Dependiendo del volumen de almacenamiento se calcula el área de la misma y se determina de la siguiente manera

$$A_{alm} = \left(\frac{V_{alm}}{A_{trans}} \right) * B_{trans}$$

Donde:

A_{alm} = Área de almacenamiento (m²)

V_{alm} = Volumen de almacenamiento (m³)

A_{trans} = Área transversal (m²)

B_{trans} = Ancho del área transversal (m)

Área de oficinas y servicios

“En ella se desarrollan las actividades administrativas y además proporciona un espacio de baños y vestier para el personal. El lugar debe contar con servicio de electricidad, línea telefónica, aseo y agua potable” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación para determinar el área de oficinas según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

Esta guía no contiene una ecuación que permita determinar el valor de esta área.

Ecuación para determinar el área de oficinas según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

$$A_{ofiser} = 3 * A_{alm}$$

Donde:

A_{ofiser} = Área de oficinas y servicios (m²)

A_{alm} = Área de almacenamiento (m²)

Lixiviados en la planta de compostaje

“Los lixiviados deben ser recolectados desde las áreas de mayor generación (cámara de recepción, área de descomposición, área de maduración), conducidos y depositados en un tanque de almacenamiento externo, donde se dé un tratamiento o reutilice” según Rodríguez, 2018 citado por (Moyano Hernández & Ávila Ruiz, 2020).

Ecuación para determinar el volumen total de lixiviados según

(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$V_{ld} = Q_d * 0,05 * \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}} \right) * T_d * 1,5$$

$$V_{lm} = Q_d * 0,01 * \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}} \right) * T_m * 1,5$$

Donde:

V_{ld} y V_{lm} = Volumen de lixiviados originados por la degradación y maduración respectivamente (m³/año)

Q_d = Volumen por año de diseño en la planta, sin tener en cuenta el estructurante (Ton/año)

T_d : T_m = Tiempo de degradación y maduración respectivamente (semanas)

1,5 = Factor de seguridad

También se determina el volumen de lixiviados generados por las aguas lluvias

$$V_s = (S_1 + S_2 + S_3 \dots) * PP * \frac{Fs}{1000}$$

Donde:

V_s = Volumen de lixiviados procedentes de las zonas que no están protegidas de la lluvia (m³)

$S_1, S_2, S_3 \dots$ = Superficie de las zonas de los espaciamientos entre pilas que no están protegidos de la lluvia (m²)

PP = Precipitación máxima durante 1 día teniendo en cuenta 10 años como periodo de retorno (L/m^2)

$F_s = 1,25$ si la precipitación anual \leq a 600 (L/m^2) y $1,5$ si precipitación anual $>$ 600 (L/m^2)

Una vez que se obtienen los valores anteriores se puede determinar el volumen total de lixiviados en la planta

$$V_{Tlix} = V_{ld} + V_{lm} + V_s$$

Donde:

V_{Tlix} = Volumen total de lixiviados generados en la planta (m^3)

V_{ld} y V_{lm} = Volumen de lixiviados originados por la degradación y maduración respectivamente ($m^3/año$)

V_s = Volumen de lixiviados procedentes de las zonas que no están protegidas de la lluvia (m^3)

Ecuación para determinar el volumen total de lixiviados según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

El Ras 2000 – título F no tiene una ecuación que permita calcular el volumen de lixiviados.

Ecuación para determinar el área total de la planta según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$A_T = A_r + A_{pilas} + A_{Tmad} + A_{post} + A_{alm}$$

Donde:

A_r = Área de recepción

A_{pilas} = Área de hileras de descomposición (m^2)

A_{Tmad} = Área total de maduración (m^2)

A_{post} = Área de post tratamiento (m^2)

A_{alm} = Área de almacenamiento (m^2)

Ecuación para determinar el área total de la planta según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

$$A_T = A_{ct} + A_{esp} + A_{alm} + A_{ofiser}$$

Donde:

A_T = Área total de la planta (m²)

A_{ct} = Área total de descomposición (m²)

A_{esp} = Área de espaciamento (m²)

A_{alm} = Área de almacenamiento (m²)

A_{ofiser} = Área de oficinas y servicios (m²)

Estructura para una planta de lombricompost

Para el diseño de la planta de lombricompost deben considerarse los siguientes aspectos que son de suma importancia para el desarrollo tanto de los cálculos como para el desarrollo de la producción.

Tabla 7

Plantas de lombricompost

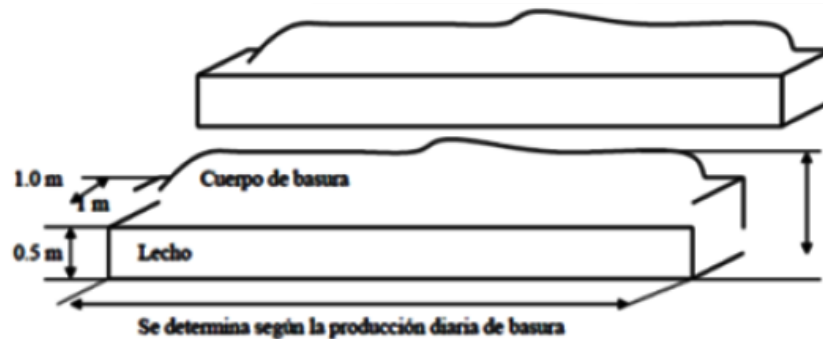
Aspectos	(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)	(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)
Estructura del lecho	Deben ser móviles: tablas, guaduas, bloques de plástico o costales de fibra.	Ladrillo, madera, cemento o de otro material conveniente y económico.
Ph	7	6-8
Temperatura	18-22 °C	20-25 °C
Humedad	80%	60%
Cantidad de lombrices	50000 por m ²	57000 por m ³
Base del lecho (B _{le})	1.2-1.6 m	1 m
Altura del lecho (h _{le})	30 cm	50 cm
Altura de residuos sobre el lecho		50 cm

Aspectos	(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)	(MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)
Longitud del lecho (L_{le})	20 m máximo	
Altura para suministrar sustrato	10 cm	25 cm
Tiempo necesario para el proceso		4-6 meses

Nota. Adaptado de Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, por Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2012; Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante compostaje y lombricultura, por MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012.

Figura 13

Lecho para lombricultura



Nota. Tomado de Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante compostaje y lombricultura, por MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012.

Para el área de la planta de lombricompost se deben tener en cuenta las ecuaciones planteadas en la sección anterior denominada estructura para una planta de compostaje, a excepción de donde se involucre la sección de la pila de compostaje debido a que para lombricompost se denominan lechos, obsérvese la Figura 14 y esta es la que se utiliza para el dimensionamiento y se calculan de la siguiente manera.

Ecuación para determinar el largo del lecho según (MMAyA/VAPSB/DGGIRS, 2012)

$$V = \frac{Q}{\rho}$$

Donde:

V = Volumen de residuos orgánicos (m^3)

Q = Cantidad de producción diaria de desechos biodegradables (Ton)

ρ = Densidad de los residuos orgánicos (Ton/ m^3)

El volumen del lecho depende del volumen de residuos orgánicos y se determina así:

$$V_{le} = \frac{V}{2}$$

Donde:

V_{le} = Volumen del lecho (m^3)

V = Volumen de residuos orgánicos (m^3)

Una vez obtenido el volumen del lecho se puede determinar la longitud del mismo; esta depende de la geometría.

$$L_{le} = \frac{V_{le}}{B_{le} * h_{le}}$$

Donde:

L_{le} = Volumen del lecho (m^3)

V_{le} = Volumen del lecho (m^3)

B_{le} = Base del lecho (m^3)

h_{le} = Altura del lecho (m^3)

Ecuación para determinar el largo del lecho según (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

El Ras 2000 - título F no tiene una ecuación que permita calcular la dimensión de esta área.

MARCO LEGAL

Este apartado hace énfasis, en el contexto de las normas, constituidas de manera objetiva y con poder jurídico relevante. El estado como máxima autoridad expide leyes, que protegen el cuidado del medio ambiente, mencionando, además, que una ley, es la que ayuda a mantener el orden social, cabe mencionar, que la ley, está presente en todo tipo de contexto, hace regular los comportamientos de cada individuo.

Tabla 8

Marco legal-leyes

Título de la norma	Entidad emisora	Descripción
Decreto 2104 de 1983	Ministerio de Salud	"Reglamenta parcialmente Decreto - Ley 2811 de 1974 y la Ley 9 de 1979 en cuanto a residuos sólidos. Define la terminología técnica relacionada con residuos sólidos. Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos"
1505 del 4 de junio de 2003	ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial	"Establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios. Modificado por el Decreto 1505 del 4 de junio de 2003, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS"
Resolución 1045 de 2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones

Título de la norma	Entidad emisora	Descripción
Resolución 0058 de 2002	Ministerio del Medio Ambiente	"Establece los límites máximos permisibles y requisitos de operación para incineradores de residuos sólidos y líquidos"
Decreto Ley 2811 de 1974	Presidencia de la República	"el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente. Por el cual regula el manejo de los recursos naturales y los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyan en él. Reglamenta el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente"
Ley 99 de 1993	Congreso de la República de Colombia	"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. "
NTC ISO 14001.	Instituto colombiano de normas técnicas y certificación.	Sistema de Gestión Ambiental requisitos con orientación para su uso. 2015. 6.2 Objetivos, metas y programas, 7.2 Competencia 5.3 Roles, Responsabilidades y Autoridad 7.3 Toma de conciencia. Establecer las condiciones de segregación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición de los residuos, contemplando ordinarios y peligrosos, generados por las diferentes actividades desarrolladas en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, en concordancia con la generación de residuos, su procedencia, características, encaminados a minimizar la generación de residuos sólidos y peligrosos, maximizar la separación, reúso y reciclaje evitando la contaminación cruzada, y promoviendo la disposición final responsable y efectiva.
Decreto 1713 de 2002	Congreso de la República de Colombia	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

Título de la norma	Entidad emisora	Descripción
Ley 2811 de 1974		"Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto: Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional"

Nota. Leyes enmarcadas al cuidado del medio ambiente y gestión de los residuos sólidos. IDEAM. Subdirección de Estudios Ambientales, con base en revisión de la normatividad expedida por las diferentes entidades gubernamentales, UNGRD.

Tabla 9

Guías ambientales para manejo de residuos solidos

Fecha	Titulo
2002	Proyectos de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Guía práctica de formulación, Ministerio del Medio Ambiente.
2001	Instalación, manejo y comercialización de la Lombricultura y el Compostaje, Unicef-SENAMin Desarrollo-MinAmbiente
2001	SSPD-CRA-IDEAEmbajada de Holanda-Alcaldía de Bello, medio magnético NTC # 1927: Fertilizantes y acondicionadores de suelo, definiciones, clasificación y fuentes de materias primas

Nota. Guías ambientales para manejo de residuos sólidos como referencia por Ministerio de medio Ambiente, SENA.

METODOLOGIA

Tipo De Investigación

El presente estudio tendrá las características propias del tipo de investigación cuantitativo descriptivo según (Hernandez Sampieri, 2014), el autor menciona que Busca especificar las propiedades, las características, conceptos y las variables se cuantifican en un contexto determinado, observando las mediciones para establecer las conclusiones del estudio. En otras palabras, la presente investigación busca Describir las generalidades de la técnica de compostaje y lombricompost y la importancia de la utilización de los residuos orgánicos, a través de un análisis crítico de la información documental recopilada.

Tipo De Diseño

En la presente investigación se utilizará el Diseño de investigación descriptiva basada en el diseño documental el cual es un método científico que implica especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.

Muestra

No se hizo un muestreo

CONCLUSIONES

El aumento generalizado de los residuos trae consigo muchas problemáticas ambientales y Colombia es uno de los países que menos recicla a comparación de otros siendo promotor de la contaminación debido a la alta producción de residuos y la falta de recursos económicos que presenta y no solo eso sino que también la gestión integral de residuos sólidos tiene muchos retos por la deficiencia de infraestructura y la cobertura para la prestación del servicio de recolección implicando la escasez de aprovechamiento de los mismos para reducir los impactos ambientales en los que se ven afectados no solo los recursos naturales sino la población y fauna, además de la insuficiencia de conciencia ambiental que sigue en constante aumento.

Tanto el compost como el lombricompost son tratamientos que a pesar de que llevan un periodo de tiempo para su producción ayudan a mitigar la contaminación que es provocada no solo por las empresas y/o frivers a grande escala, sino que también por la población en general, que desde sus residencias están generando residuos orgánicos que día a día con el aumento de la población siguen en crecimiento, además estos tratamientos biológicos promueven el desarrollo de la agricultura limpia debido a que los fertilizantes son reemplazados por el humus que es producto del lombricompost y a su vez el compost actúa como mejorador de suelos.

El tiempo requerido para los procesos de producción de compost y lombricompost dependen del tipo de residuos orgánicos ya que cada uno presenta características diferentes en las que la materia puede ser degradada más fácilmente o por el contrario puede llegar a demorar más tiempo para su degradación, este a su vez depende también de las condiciones en las que se está produciendo como la temperatura, el pH, la humedad, entre otras.

Las ecuaciones propuestas por la guía para el aprovechamiento de residuos sólidos mediante compostaje y lombricultura a comparación con las del RAS título F son más detalladas debido a que presentan más ecuaciones para el cálculo de las diferentes áreas de la planta por ende en el RAS existe una incertidumbre en la que no es posible detallar dichas áreas propuestas por la guía, sin embargo, el RAS plantea algunas consideraciones que se deben tener en cuenta, que son muy similares a las planteadas por la guía para el desarrollo de los cálculos y a su vez, unas no son consideradas dentro de la misma.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la necesidad de realizar estudios direccionados a las técnicas de compostaje y lombricompost, ya que por medio de estas técnicas se dar a conocer a las comunidades o población como pueden aprovechar los residuos orgánicos, dicha recomendación realizándose por medio de investigaciones que permitan resultados a partir de tipo de investigación exploratoria o de aplicación al medio.

Se recomienda incentivar líneas de investigación en referencia a la temática que anteriormente se relaciona como lo es compostaje y lombricompost.

Se recomienda como soporte este documento, ya que se logró identificar diferentes conceptos con fuente, que presenta posturas científicas de autores, análisis y bibliografía recopilada. Indicar o ilustrar una realidad desde la investigación científica es un argumento objetivo y válido para empezar a efectuar cambios positivos.

Finalmente, las anteriores recomendaciones son a favor del crecimiento a nivel académico y investigación, con el ánimo de que dichas recomendaciones sean tomadas para próximas investigaciones que se realicen en relación al tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Residuos de Cataluña. (09 de 09 de 2009). *¿Que es una planta de compostaje? [ilustración]*. Obtenido de Gencat: http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal_lacions_de_gestio/tractament_biologic/el_compostatge/
- Alvarado, A. (2019). *DISEÑO DE UN LOMBRICULTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - FACULTAD TECNOLÓGICA*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15563/DiazGarciaErikaJohana2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- APC-COLOMBIA. (6 de Septiembre de 2017). *Plan institucional de gestion ambiental de la agencia presidencial para la cooperacion Internacional de Colombia* . Obtenido de 4. www.apccolombia.gov.co
- Barbaro et al, L. (2019). CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES COMPOST PARA SU USO COMO COMPONENTE DE SUSTRATOS. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n2/0719-3890-chjaasc-00309.pdf>
- Bustos, C. (2009). La problematica de los desechos solidos. *Redalyc*. Recuperado el 07 de Junio de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195614958006>
- Camargo, F. (2019). El relleno sanitario Doña Juana en Bogotá: la producción política de un paisaje tóxico, 1988-2019. *Scielo Revista Historia Critica*. doi:<https://doi.org/10.7440/histcrit74.2019.06>
- Camiletti, J. (Septiembre de 2016). *Estudio de Vermicompostaje de compost de residuos organicos de distinta naturaleza*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%2C%20Justin.pdf>
- Canchari, G., & Mendoza, N. (2020). Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo (2020) Volumen 6 Número (1): XX-XX*. doi:https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/index
- Castellanos, F. (2011). *Diseño de modulo de lombricultura servicio y soporte para elaboracion de biofertilizante solido INSAI pampino. estado. Trujillo*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/34/TDE-2012-09-23T06:16:29Z-1765/Publico/castellanosfreda_valecillosmaria.pdf
- Castro, S. (2017). *Gestión integral de residuos Solidos*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/326423858.pdf>
- CONPES. (21 de Noviembre de 2016). *Consejo Nacional de politica economia y social*. Recuperado el 14 de Junio de 2021, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

- Contraloría. (2010). "PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS" - BIRF 7742-CO –BANCO MUNDIAL - EJECUTADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT -. Recuperado el 14 de Junio de 2021, de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/479150/CREDITO774228062011.pdf/87bec9d2-c03c-4b13-8a22-d204c1055616?version=1.0>
- DANE. (18 de Junio de 2018). *Cuenta Ambiental y Económica de flujo de Materiales*. Recuperado el 8 de junio de 2021, de www.dane.gov.co
- DANE. (2021). *Dane información para todos, sistema estadístico nacional*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/>
- Docampo, R. (2013). Compostaje y compost. *INIA*. Recuperado el 17 de 06 de 2021, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>
- Dominguez, J. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *Acta zoológica mexicana*. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500023
- FAO. (2021). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faoterm/es/>
- García , C., & Félix , J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. Culiacán-Silanoa: Fundación Produce Sinaloa. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf
- García et al, R. (15 de Diciembre de 2018). Manejo y gestión ambiental de los desechos sólidos, estudio de casos. *Scielo Revista Universidad y sociedad 11(1)*, 265-271. Recuperado el 06 de Junio de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100265&lng=es&tlng=es.
- Guerrero, J. (2007). EL COMPOSTAJE COMO UNA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LOS CENTROS DE BENEFICIO ANIMAL DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA. *Scientia et Technica*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <file:///D:/INFO%20USER/Downloads/Dialnet-ElCompostajeComoUnaEstrategiaDeProduccionMasLimpia-4824728.pdf>
- Hernandez Sampieri, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 23 de Junio de 2021, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernandez, M. (Septiembre de 2016). *Estudio de vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza*. Obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%2C%20Justin.pdf>
- Hernandez, S., & Corredor, L. (20 de Marzo de 2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología ; Journal of*

- Technology ; Volumen 15 ; Número 1 ; Págs. 57-76.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041529>
- IDEAM. (2014). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>
- INCAP. (2020). *Instituto de Nde Centro America y Panama.* Recuperado el 21 de Junio de 2021, de <http://www.incap.int/index.php/es/lombricultura>
- Instituto de estudios urbanos. (4 de Marzo de 2019). *Universidad Nacional de Colombia.* Recuperado el 6 de Junio de 2021, de <http://ie.u.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/de-la-gestion-de-residuos-solidos-a-un-sistema-de-gestion-de-recursos>
- Jimenez, N. (2017). El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral. *Scielo Cultura y representaciones sociales.* Recuperado el 6 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102017000100158&lng=es&tlng=es.
- Lizarazo, J. P. (2017). *Análisis de la gestión actual del manejo de los residuos sólidos del municipio de Lebrija –Santander.* Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/522/1/An%C3%A1lisis%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20actual%20del%20manejo%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20del%20municipio%20de%20Lebrija%20E2%80%93%20Santander..pdf>
- Lochmuller, C. (2014). *Viabilidad de recolección del vidrio para el reciclaje en Colombia utilizando retorno de valor.* Recuperado el 14 de junio de 2021, de https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2122/ArroyaveAna_2014_ViabilidadRecoleccionVidrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López et al, M. (2015). *De residuo a recurso el camino hacia la sostenibilidad.* Madrid-España: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dNysBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA41&dq=problem%C3%A1tica+de+residuos+organicos+y+su+solucion&ots=v5nIIAokO4&sig=3xwIEIZewAWmSLzn94c0ES85VGY#v=onepage&q=problem%C3%A1tica%20de%20residuos%20organicos%20y%20su%20solucion&f=>
- Lopez, E. (2017). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola.* Recuperado el 15 de Junio de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300007
- Loza , M. (2011). Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society.* Recuperado el 21 de Junio de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004
- Marciales, L. (28 de Septiembre de 2020). Colombia solo recicla 17% de los 12 millones de toneladas de residuos sólidos que se dan al año. *LR La republica.* Recuperado el Junio de 9 de 2021, de

<https://www.larepublica.co/empresas/colombia-solo-recicla-17-de-los-12-millones-de-toneladas-de-residuos-solidos-al-ano-3066464>

Matallana, J. (Enero de 2021). *Fortalecimiento al Programa de Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos en los proyectos urbanísticos del Municipio de Tabio, Cundinamarca*. Recuperado el 9 de Junio de 2021, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/22138/2020josematallana.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Minambiente. (6 de Junio de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 6 de junio de 2021, de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3610-bogota-debe-ser-mas-ambiciosa-en-el-reciclaje-y-separacion-en-la-fuente-ministro-de-ambiente>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo-f.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (5 de Octubre de 2020). *Incidencia decreto 1784/2017 en la GIRS en el marco del SPA [infografía]*. Obtenido de Gobierno de Colombia: <https://www.gov.co>

Minvivienda. (Agosto de 2014). *Banco Mundial – República de Colombia CO-PROGRAMA NACIONAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Recuperado el 14 de Junio de 2021, de <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/227121468027626762/pdf/E17720V20REVIS00Box385303B00PUBLIC0.pdf>

Minvivienda. (5 de Octubre de 2020). *Ministerio de Vivienda*. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/tratamiento-y-disposicion-final>

MMAyA/VAPSB/DGGIRS. (2012). *Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos mediante Compostaje y Lombricultura (Vol. I)*. La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://www.kioscoverde.bo/wp-content/uploads/2016/11/Gu%C3%ADa-para-el-Aprovechamiento-de-Residuos-S%C3%B3lidos-Org%C3%A1nicos.pdf>

Molano, F. (2019). El relleno sanitario Doña Juana en Bogotá: la producción política de un paisaje tóxico. *Historia Crítica*. Recuperado el 9 de Julio de 2021, de <https://doi.org/10.7440/histcrit74.2019.06>

Moyano Hernández, J. P., & Ávila Ruiz, W. A. (2020). Metodología para el dimensionamiento de plantas de compostaje en municipios con nivel de complejidad alto. *Boletín Semillas Ambientales*, 14, 91-101. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/download/16795/16016/89546>

Naciones Unidas. (2018). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>

- Nuevo siglo;. (21 de Febrero de 2021). Nuevo siglo. *Gestión de residuos orgánicos, un desafío para Colombia*. Recuperado el Junio 8 de 2021, de <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/02-2020-gestion-de-residuos-organicos-un-desafio-para-colombia>
- Ocaña et al, O. (2019). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de [file:///D:/INFO%20USER/Downloads/40449649003%20\(1\).pdf](file:///D:/INFO%20USER/Downloads/40449649003%20(1).pdf)
- Ovideo, O. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en Colombia. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40449649003>
- Periodico Semana;. (01 de Diciembre de 2017). Cajicá, el municipio que es ejemplo mundial en gestión de residuos. *Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/el-municipio-colombiano-que-es-ejemplo-mundial-en-gestion-de-residuos/39055/>
- Revista semana. (9 de Septiembre de 2017). Las ciudades de Colombia. *Revista Semana*. Recuperado el 6 de Junio de 2021, de <https://www.semana.com/basura-en-colombia-en-el-pais-se-producen-10-millones-de-toneladas-al-ano/38765/>
- Roman, P. (2013). *Manual de compostaje del agricultor experiencia en america Latina*. Santiago de Chile: © FAO,. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Sanchez. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. (INE-SEMARNAT, Ed.) Obtenido de <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/212>
- Sanchez, C. (21 de Agosto de 2019). *Inclusión de nuevas tecnologías es clave para la gestión integral de residuos sólidos*. Recuperado el 9 de Junio de 2021, de Universidad Nacional de Colombia: <http://ieu.unal.edu.co/en/medios/noticias-del-ieu/item/inclusion-de-nuevas-tecnologias-es-clave-para-la-gestion-integral-de-residuos-solidos>
- Sanchez, M. (2019). ANÁLISE DA OPINIÃO DOS LARES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RESIDENCIAIS EM BOGOTÁ. *Scielo semestre economico*. doi:<https://doi.org/10.22395/seec.v22n52a5>
- Sandoval, P. (2018). *PLANTA DE LOMBRICOMPOST A PARTIR DE DESECHOS SÓLIDOS ORGANICOS DE ORIGEN ALIMENTICIO PROVENIENTES DE LAS PLAZAS DE MERCADO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.* Recuperado el 21 de Junio de 2021, de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13556/PLANTA%20DE%20LOMBRICOMPOST%20A%20PARTIR%20DE%20DESECHOS%20SOLIDOS%20ORGANICOS%20E%20ORIGEN%20ALIMENTICIO.pdf?sequence=1>
- Sanmartin et al, G. (Enero de 2017). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100005

- Sanmartin et al, G. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Scielo Revista Universidad y Sociedad*. Recuperado el 8 de Junio de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100005
- Somarriba, R. (2004). *Guia de lombricultura*. Recuperado el 6 de Junio de 2021, de <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- SSPD. (2021). *Superintendencia de servicios publicos domiciliarios*. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/nuestra-entidad/quienes-somos>
- SUI. (2015). *Sistema unico de informacion de servicios publicos domiciliarios* . Obtenido de <http://www.sui.gov.co/web/>
- Superintendencia de servicios públicos. (2019). *Informe nacional de disposición final de residuos solidos*. Bogota. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2021/Jun/informe_df_2019_final_22-12-2020.pdf
- Superintendencia de servicios publicos Domiciliarios . (2019). *Informe nacional de ddisposicion final de residuos solidos*. Recuperado el 14 de Junio de 2021, de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2021/Mar/informe_df_2019_final_22-12-2020.pdf
- Universidad Nacional. (2020). *Residuos Biodegradables*. Recuperado el 17 de Junio de 2021, de <https://ogabogota.unal.edu.co/residuos-biodegradables/>
- Vargas et al, O. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. - *Universidad de los Llanos -Villavicencio, Meta*. Colombia. doi:<https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/575>
- Vargas, O. (27 de Septiembre de 2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Universidad de los Llanos*. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/896/89662922013/html/index.html>
- Vazquez, J. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*. Recuperado el 23 de Junio de 2021, de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1732/1703>
- Vecela et al, S. (2019). Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus L.*). *Scientia Agropecuaria*. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.08>
- Veloza, J. C. (20 de Noviembre de 2020). *Diseño del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander*. Obtenido de Repositorio Institucional RI-UTS: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4682?show=full>

- Vera, M. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>
- Vergara, M. (2019). *Oportunidad de exportación para el abono y lixiviado de lombriz roja elaborado en la Avícola La Esperanza*. Obtenido de <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/847/VergaraMunoz-LuisaFernanda-2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Vermicamp. (2017). *Manuel de Vermicompostaje*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/ManualVermicompostaje.pdf>
- Zavala et al, A. (2017). Cuantificación emergética ambiental en la producción de Lombricompost. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000500543