

A close-up photograph of a human hand with light skin and manicured nails, gently touching a vibrant green, textured surface of moss. The background is a dense, out-of-focus forest floor covered in similar moss, creating a rich, natural atmosphere. The lighting is soft, highlighting the textures of the skin and the moss.

Meio ambiente:

Preservação, saúde
y sobrevivência 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

A black and white photograph of a hand gently touching a mound of dark, rich soil. The hand is on the left side of the frame, with fingers slightly spread. The soil is on the right, showing its texture and depth. The background is a blurred continuation of the soil.

Meio ambiente:

Preservação, saúde
y sobrevivência 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Medio ambiente: preservación, salud y sobrevivência 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M491 Medio ambiente: preservación, salud y sobrevivência 2 /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0470-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.705222207>

1. Medio ambiente. 2. Preservación. I. Paniagua,
Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PRESENTACIÓN

El e-book: “Medio Ambiente: Preservación, Salud y Sobrevivência 2” consta de seis capítulos de libros de investigación científica que sacan a la luz la preocupación de la relación hombre-medio ambiente que incrementa la degradación del medio ambiente y sus recursos naturales.

El primer capítulo nos presenta la importancia de desarrollar la conciencia/educación ambiental como una forma de promover una relación más armónica y sostenible con el medio ambiente, garantizando los recursos naturales para las generaciones futuras. El segundo trabajo presenta una reflexión sobre la importancia de la educación ambiental y el saneamiento básico para estudiantes de secundaria de una escuela pública ubicada en la zona rural del municipio de Unaí, en el estado de Minas Gerais - Brasil.

El Capítulo 3 presentó un estudio con el fin de investigar el poder calorífico superior e inferior generado a partir de los residuos sólidos urbanos (RSU). Los resultados mostraron que el uso de energía es representativo y recomendado para generar energía en ciudades con poca población. El Capítulo 4 investigó el uso de nanopartículas magnéticas asociadas con coagulantes orgánicos e inorgánicos. Los resultados mostraron que el uso de coagulante a partir de semillas de *Moringa oleifera* presentó una remoción del 99,85% luego del proceso de filtración aplicado al efluente galvánico.

Finalmente, el capítulo 5 presenta un trabajo que investigó la estructura poblacional y ecológica de la especie de *Polylepis rugulosa* en la región del Perú. Los resultados mostraron que la etapa de plántula es más alta que la etapa adulta. La especie de *P. rugulosa* tiene una densidad menor que las otras especies en los bosques de Quenoa en Perú y Colombia. En el capítulo 6 se estudió el banco de fragmentos de bosque y estrato herbáceo-subarbusto en la ciudad de Sorocaba (SP), lo que resultó en baja riqueza y densidad de plántulas de especies arbóreas, actuando como indicador de fragilidad.

En esa perspectiva, la Editora Atena viene trabajando para estimular y animar a cada vez más investigadores de Brasil y de otros países a publicar sus trabajos con garantía de calidad y excelencia en forma de libros, capítulos de libros y artículos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR DWELLING AS A SUSTAINABLE UNIT

Alma Leticia Garcia Hernandez

JR. Mayorga Cervantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222071>

CAPÍTULO 2..... 16

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: PROBLEMATIZAÇÃO DO TEMA SANEAMENTO BÁSICO

Mariana Stéfani Barbosa

Lorrány Ribeiro da Silva

Monique Di Domenico

Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222072>

CAPÍTULO 3..... 24

PODER CALORÍFICO SUPERIOR E INFERIOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LIMONCOCHA EN LA AMAZONIA ECUATORIANA

Katty Verónica Coral Carrillo

Jorge Esteban Oviedo Costales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222073>

CAPÍTULO 4..... 37

NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS ASSOCIADAS A COAGULANTES ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE GALVÂNICO

Mariana Fernandes Alves

Edilaine Regina Pereira

Higor Aparecido Nunes de Oliveira

Dandley Vizibelli

Julio Cesar Angelo Borges

Marcelo Hidemassa Anami

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222074>

CAPÍTULO 5..... 45

POPULATION STRUCTURE AND ECOLOGY OF A HIGH ANDEAN FOREST: *POLYLEPIS RUGULOSA* (ROSACEAE) FROM PERU

Morales-Aranibar Luis

Rivera Campano Milko

Flores Roque Mario

Morales Aranibar Carlos

Costa Taborga Juan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222075>

CAPÍTULO 6.....	59
ESTUDO DO ESTRATO HERBÁCEO-SUBARBUSTIVO E BANCO DE PLÂNTULAS DE FRAGMENTO FLORESTAL, SOROCABA (SP), COMO SUBSÍDIO PARA PROJETO DE RESTAURAÇÃO	
Guilherme Mugnaini	
Jaqueline Zanardo	
V.P. Almeida	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7052222076	
SOBRE EL ORGANIZADOR.....	71
ÍNDICE REMISSIVO.....	72

CAPÍTULO 3

PODER CALORÍFICO SUPERIOR E INFERIOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA LIMONCOCHA EN LA AMAZONIA ECUATORIANA

Data de aceite: 04/07/2022

Katty Verónica Coral Carrillo

<https://orcid.org/0000-0002-1680-5650>

Jorge Esteban Oviedo Costales

<https://orcid.org/0000-0002-8397-3419>

RESUMEN: La sobreproducción de residuos sólidos urbanos es una problemática que aqueja tanto al ambiente como a la salud humana, la parroquia Limoncocha, ubicada en la Amazonía Ecuatoriana, no es la excepción, ya que disponen sus residuos en un botadero de basura a cielo abierto ubicado en el cantón Shushufindi. Por otra parte, los pobladores toman sus propias medidas al disponer de sus residuos en fosas domiciliarias o quemándolas al aire libre. Este trabajo de investigación presenta un estudio de los residuos sólidos urbanos (RSU) de la parroquia Limoncocha, como una fuente potencial de energía renovable obtenida a través de procesos de aprovechamiento energético como lo es la incineración. La caracterización de los RSU de la parroquia revela que se compone principalmente de materiales como: residuos de comida, plásticos, papel, cartón y en menor cantidad madera y textiles. Basado en esta caracterización, determinó el poder calórico superior (PCS) e inferior (PCI) que podrían ser recuperados, obteniéndose valores comprendidos entre 3154 y 4560 kcal/kg para PCS y 3100 y 4436 kcal/kg para PCI. Los resultados obtenidos de las muestras de textiles, papel, cartón, madera, materia orgánica y muestras

mixtas de los RSU, indican que el 92 %W de estos contienen potencial energético superior a 3100 kcal/kg por lo que pueden ser sometidos a procesos de aprovechamiento energético. Sin embargo, se ha descartado la incineración como sistema de gestión en la parroquia Limoncocha, ya que el flujo anual de residuos 1.7 Ton/día es insuficiente para implementar dicho sistema, sin entrar en convenios de asociación con otras poblaciones aledañas.

PALABRAS CLAVE: Residuos sólidos, contaminación, poder calórico, incineración.

SUPERIOR AND LOWER CALORIFYING VALUE OF SOLID URBAN WASTE FROM THE LIMONCOCHA PARISH IN THE ECUADORIAN AMAZON

ABSTRACT: The overproduction of urban solid waste is a problem that affects both the environment and human health. The Limoncocha parish, located in the Ecuadorian Amazon, is not the exception, as they dispose of their waste in an open garbage dump located in the canton Shushufindi. On the other hand, villagers take measures by disposing of their waste in household pits or burning it in the open air. This research project presents a study of urban solid waste (USW) of the Limoncocha parish as a potential renewable energy source obtained through energy use such as incineration. The characterization of the RSU of the parish reveals that it is composed mainly of materials such as food waste, plastics, paper, cardboard, and, in less quantity, wood and textiles. This characterization determined the upper caloric power (PCS) and lower (PCI) that could be recovered, obtaining

values between 3154 and 4560 kcal/kg for PCS and 3100 and 4436 kcal/kg for PCI. The results obtained from textiles, paper, cardboard, wood, organic matter, and mixed samples of the USW indicate that 92% W of these contain energy potential more significant than 3100 kcal/kg so that they can be subjected to processes energy use. However, incineration has been ruled out as a management system in the Limoncocha parish. The annual waste stream of 1.7 Ton/day is insufficient to implement that system without entering into association agreements with neighboring towns.

KEYWORDS: Solid waste, pollution, heating power, incineration.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos son producto tanto de actividades humanas domésticas como de actividades comerciales e industriales, buscándose reducir su generación en la fuente y exclusivamente cuando los materiales no puedan ser reciclados, se considera alguna estrategia de recuperación de los residuos, entre los que resaltan mecanismos térmicos de aprovechamiento energético como la incineración (Moratorio et al, 2012; World Bank, 1999).

La decisión de incinerar residuos, en lugar de enviarlos a un vertedero, requiere de una cuidadosa consideración de criterios, así como de estudios técnicos, que implican desde la caracterización hasta estudios complejos de composición química y energética. La realidad latinoamericana al momento, es que se están realizando varios esfuerzos para minimizar la generación de residuos, (World Bank, 1999), sin embargo, algunas de las actividades relacionadas con la reducción, recuperación y reciclaje se muestran incipientes, principalmente en nuestro país.

Ecuador, al 2010, presentaba una población de aproximadamente 16 millones de habitantes, generadora de 11200 toneladas de residuos sólidos por día (INEN, 2014, pg.14), con apenas un 39 % de disposición en Rellenos Sanitarios, en tanto que un 23% se depositan en botaderos a cielo abierto, botadero controlado un 26% y un 12 % en celdas emergentes (INEN, 2014, pg.18); resultando imperante realizar estudios que permitan determinar la factibilidad de la implementación de tecnologías de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.

La Reserva Biológica Limoncocha (RBL), se encuentra ubicada al lado nororiental de la Amazonía Ecuatoriana, en la región suroccidental de la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi, parroquia Limoncocha, a una altura aproximada de 230 msnm, con una temperatura anual de 24,9 °C y una precipitación anual que alcanza hasta los 3065 mm (Bastidas, 2009 y Montenegro, 2015).

De acuerdo al censo de 2010, la parroquia Limoncocha contaba con 6 817 habitantes con una tasa de crecimiento del 3,48%, mientras que según datos poblacionales del INEC (2014), la parroquia Limoncocha está conformada por 7 146 habitantes, dispuestos en tres asentamientos principales; Limoncocha, Yamanunka y 18 de Noviembre. En cuanto

a la distribución étnica de la población, el 43,39% se califica como mestizo mientras que el 51,56% se considera indígena, siendo los principales grupos: Quichua y Shuar (INEC, 2010).

En cuanto a los residuos generados en la parroquia Limoncocha, esta no cuenta con un sistema de gestión adecuado a las necesidades del sitio, siendo su disposición final un botadero de basura a cielo abierto controlado, ubicado en Shushufindi. Por otra parte, en la parroquia sólo un 13,30% tiene acceso al servicio de recolección, un 29,06% lo desechan en terrenos baldíos y el 30,66% la queman (GADPL, 2021).

La parroquia Limoncocha, como se aprecia en la Ilustración 1, representa un sitio estratégico desde el punto de vista ambiental, ya que aloja un sin número de especies tanto animales como vegetales, a más de ello se encuentra la laguna Limoncocha, catalogada sitio RAMSAR, ocupando el segundo lugar en importancia de humedales del país (Montenegro, 2015).

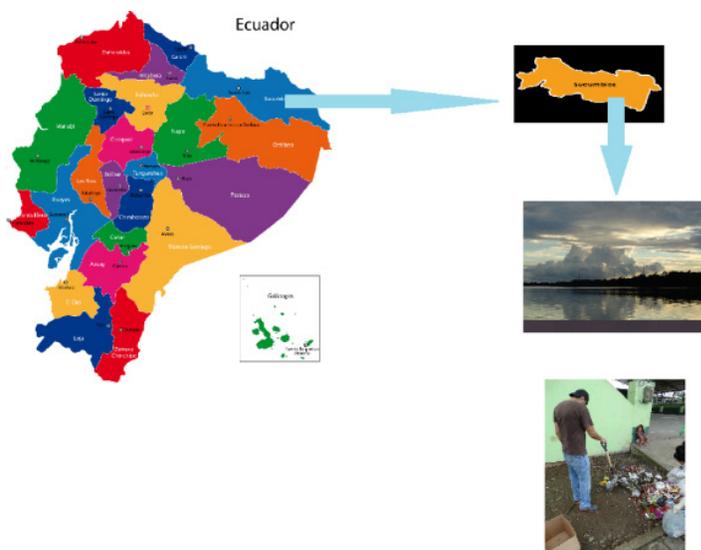


Ilustración 1. Mapa de la parroquia Limoncocha.

La parroquia también alberga una población en constante crecimiento, de acuerdo al INEN (2014) el Ecuador tiene un crecimiento poblacional del 1.4 % anual, lo cual repercutirá en un incremento al menos proporcional de la generación de residuos sólidos. Como consecuencia, es de suma importancia estudiar el flujo y las características fisicoquímicas de los residuos generados, a fin de establecer las condiciones óptimas para implantar un sistema de gestión que posibilite la conservación de las tipologías naturales del sitio, a más de sostener una localidad limpia y una población sana. Dentro de la parroquia Limoncocha,

el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Shushufindi es el ente competente en la recolección y posterior tratamiento de residuos sólidos urbanos que genera dicha localidad. El sitio de disposición final de los residuos es únicamente un botadero controlado, como se aprecia en la Ilustración 2.



Ilustración 2. Relleno sanitario Shushufindi

Debido a las ventajas que presenta el mecanismo de incineración de residuos sólidos, el cual manifiesta no solo una mejora en el sistema de gestión y reducción de espacios para rellenos sanitarios, sino también permite aprovechar la energía generada al combustionar los mismos, resulta importante realizar la investigación de cuantificación del poder calorífico superior (PCS) y poder calorífico inferior (PCI), ya que el buen resultado de un proyecto de aprovechamiento energético de residuos, depende en primer lugar de datos exactos sobre las futuras cantidades de residuos y las características de los mismos. Con la información recopilada en este y otros estudios de la Parroquia de Limoncocha, se podrá establecer, a futuro, políticas y diseñar un sistema de gestión adecuado para las zonas de características similares a la Comunidad de Limoncocha.

Actualmente no existe ningún programa concreto por parte del estado ecuatoriano para el aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en la región amazónica ecuatoriana, ni en la localidad de Limoncocha. La Universidad Internacional SEK, UISEK, se ha encargado de determinar la viabilidad de aprovechamiento energético de los residuos. A partir del año 2015, se dio inicio al estudio de determinación del Poder Calórico Superior e Inferior de los residuos sólidos urbanos en la parroquia Limoncocha, lo que permitió tener pautas para dar seguimiento a dicha investigación.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el proceso de determinación del PCI y PCS se tomaron muestras mensuales de los residuos sólidos urbanos en la parroquia Limoncocha a partir de agosto de 2015, las mismas que fueron trasladados al laboratorio de Química de la Universidad Internacional SEK para ser analizados. Durante esta etapa se procesaron muestras de papel, cartón, madera, textiles materia orgánica y mixto (combinación proporcional de todos los residuos en porcentajes correspondientes a la caracterización), obteniéndose la cantidad de energía en kcal/kg de estos residuos, al someterlos a un proceso de combustión en una bomba calorimétrica de Parr, Ilustración 3.



Ilustración 3. Equipo para la determinación del poder calórico (Bomba calorimétrica de Parr)

En cuanto a la fase de campo, la metodología establecida como base para el muestreo de RSU fue el “Método sencillo del análisis de residuos sólidos” del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), desarrollada por el Dr. Kunitoshi Sakurai. La metodología indica que se deben elegir bolsas de basura al azar, las mismas que son previamente pesadas hasta conseguir 50 kg de RSU. Una vez recolectado el peso deseado se trasladó a un sitio de preferencia pavimentado, en donde se vertió y se formó un montículo de residuos. Posteriormente se realizaron tres cuarteos, obteniéndose finalmente una muestra representativa de aproximadamente seis kilogramos de RSU (CEPIS, 2000), como se muestra en la Ilustración 4.

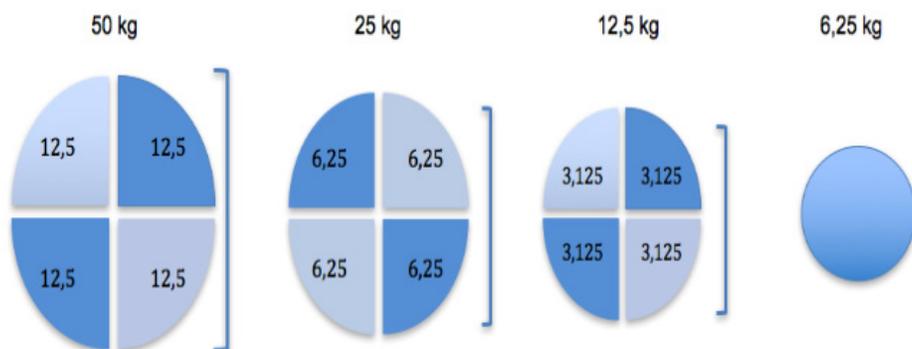


Ilustración 4. Método de muestreo por cuarteo.

En la última porción del cuarteo se procedió a clasificar los residuos en textiles, papel, cartón, madera, materia orgánica y otros (aquellos que no corresponden a ninguna de las categorías previamente clasificadas). Esta clasificación se realizó manualmente, luego de lo cual se procedió a pesar las diferentes categorías y determinar el porcentaje en peso (%P) de cada una. Este proceso se lo realizó paralelamente a una determinación in situ en una muestra representativa de la población, de esta manera se obtuvieron datos validados a través de las dos metodologías.

Análisis de PCS y PCI

En la fase de laboratorio, se realizó una homogenización y picado de las muestras en trozos de tamaño inferior a un centímetro, ver Ilustración 5. Las muestras de textiles, papel, cartón, madera y materia orgánica, se las trató puras, en tanto que la muestra mixta se preparó con cada uno de los residuos proporcionalmente a la caracterización de los residuos realizada previamente.



Ilustración 5. Preparación de muestras para el análisis

Las muestras fueron sometidas a un proceso de secado en una estufa durante 24 horas a una temperatura de 105°C, con el fin de eliminar la humedad contenida en los residuos. Para el cálculo del porcentaje de humedad se aplica la fórmula establecida por el Laboratorio de Suelos y Agua de Sáenz Peña (2005).

$$\% \text{ Humedad} = \% H = \frac{A-B}{A} \times 100$$

Ec. 1

Donde

A es el peso de la muestra húmeda

B es el peso de la muestra seca

Una vez seca la muestra, se procedió a pelletizarla, dicho pellet fue procesado en la bomba calorimétrica de Parr, equipo que brinda la posibilidad de determinar el PCS a través de la fórmula establecida por el manual de instrucciones para su funcionamiento. (Código del manual: No. 204M.)

$$PCS = \frac{tW - e1 - e2 - e3}{m}$$

Ec. 2

En donde:

PCS = Calor de combustión (cal/g),

t = aumento de temperatura (°C),

W = Constante del equipo (cal/°C),

m = masa de la muestra (g),

e1 = corrección en calorías por el calor de formación de ácido nítrico,

e2 = corrección en calorías para el calor de formación de ácido sulfúrico y

e3 = corrección en calorías por el calor de combustión del cable de ignición.

El cálculo del poder calórico inferior se realizó por medio de una fórmula establecida por el Dr. Kunitoshi Sakurai, en su texto Método sencillo del análisis de residuos sólidos (2000).

$$PCI = PCS - \frac{\%H}{100} \times 600$$

Ec. 3

En donde: PCS = Poder calórico superior (cal/g),

PCI = Poder calórico inferior (cal/g) y

%H = % Humedad.

RESULTADOS

Caracterización de los Residuos de la Parroquia de Limoncocha

La caracterización que presenta la Ilustración 6., indica que los residuos tienen en su composición una cantidad mayoritaria de materia orgánica (restos de alimentos, material de poda, eses de animales, etc.), siendo esta del 73%. (Mora, 2016). El porcentaje de textiles es superior al de papel y cartón, a pesar de ello los textiles no se generan de forma constante. En cuanto a la producción de plásticos, ésta incrementa considerablemente durante las fechas festivas de la parroquia debido a su uso en la comercialización de alimentos. La producción de basura en Limoncocha es de 0.61 kg/hb/día. (Mora, 2016).

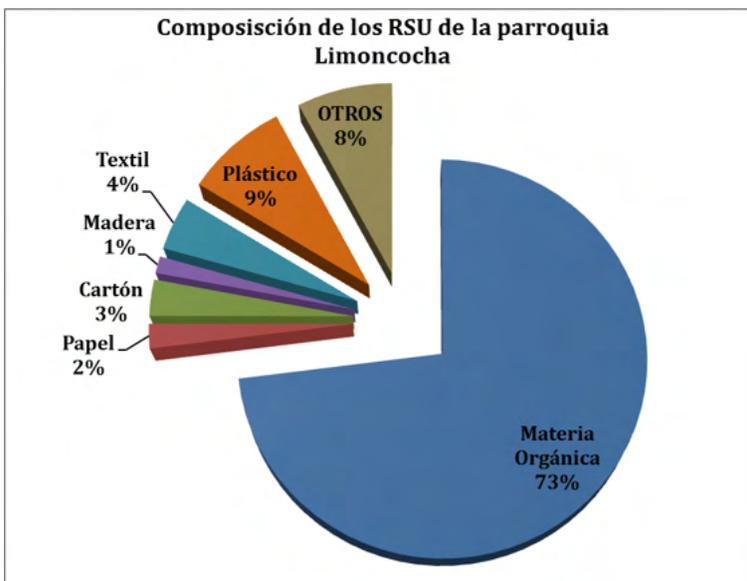


Ilustración 6. Caracterización de los residuos de la Parroquia de Limoncocha. (

A lo largo de los muestreos no se evidenció una cantidad apreciable de residuos sanitarios, encontrándose pañales desechables en la mayoría de días de muestreo, aunque en cantidades inferiores al 1%, mientras que el resto de residuos pertenecientes a esta categoría como papel higiénico, toallas sanitarias y una gran parte de pañales, se pudo verificar in situ que son quemados a cielo abierto en los mismos domicilios o, en su defecto, arrojados en fosas, quebradas o terrenos baldíos, lo que repercute en la calidad ambiental de la zona, pues al tratarse de una Reserva Biológica, todo residuo fuera de lugar genera malestar en los turistas que visitan la zona. De encuestas realizadas en el proyecto de Mora (2016), se determinó que el volumen de residuos que se someten a quema a cielo abierto es de alrededor del 30 %. (Mora, 2016)

Humedad de los residuos de la parroquia de Limoncocha

De acuerdo con Alonso, Martínez, & Olías (2003), y con Lomas et al (2001), el porcentaje de humedad óptimo que deben tener los residuos sólidos urbanos para ser aprovechados energéticamente es del 55 al 60%. En la Ilustración 7, se apreció que los residuos de materia orgánica y mixto (mezcla de todos los residuos), no podrían ser sometidos a la valorización energética, sin previamente efectuar un proceso de secado, en tanto que papel, cartón, madera y textiles, presentan valores de humedad acordes con el aprovechamiento energético. La humedad varía en función de la lluvia a la que se encuentra expuesta la basura previa su recolección, porque se la depone, para su recolección en lugares abiertos; si se toma en cuenta que el nivel de lluvia en la zona es de aproximadamente 3100 mm/m². (Climate-data Org., 2018), se encuentra que el depósito se debe realizar bajo techo.

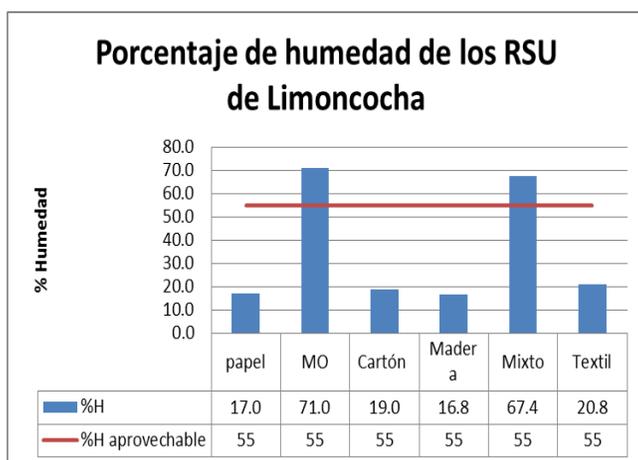


Ilustración 7. Porcentaje Humedad de los Residuos de la Parroquia de Limoncocha

Poder Calórico Superior e Inferior

Los resultados obtenidos en cuanto a Poder calórico superior e inferior de los Residuos Sólidos Urbanos de la parroquia de Limoncocha, indican que los textiles y la madera son aquellos con mayor capacidad de generar calor, en tanto que el residuo con menor poder calórico tanto superior como inferior es el papel.

La muestra mixta fue analizada de acuerdo a la composición de los residuos sin previa clasificación, es decir tal como se la encuentra en el depósito de residuos de la parroquia.

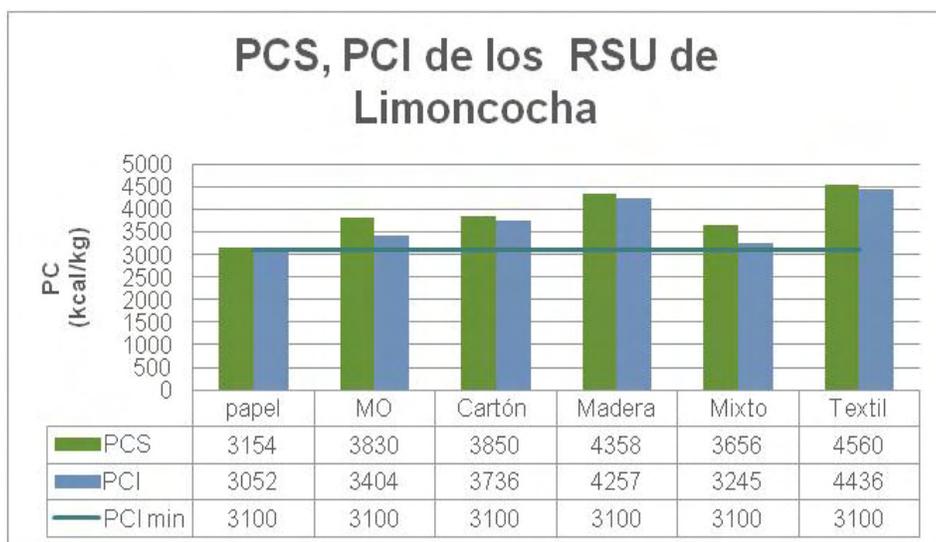


Ilustración 8. Poder calórico superior e inferior de los Residuos sólidos urbanos de la Parroquia de Limoncocha

Al ser el PCI uno de los parámetros más significativos a considerar para la implementación de un sistema de incineración de residuos, Romero (2010) indica que para que una planta incineradora alcance un rendimiento energético de entre el 20 y 30 %, el valor de PCI de los RSU debe ser de aproximadamente 3100 kcal/kg. Como se puede apreciar en la Ilustración 8., los residuos sólidos urbanos de la Parroquia de Limoncocha, podrían ser considerados para aprovechamiento energético, desde el punto de vista de poder calórico exclusivamente, pues desde la materia orgánica hasta los textiles superan el PCI recomendado por Romero.

CONCLUSIONES

La gestión de los RSU dentro de la parroquia Limoncocha es deficiente. No toda la cantidad de residuos es enviada al servicio de recolección parroquial, lo cual dificulta

realizar un aprovechamiento energético; no se conocen los valores reales de generación de la parroquia, (~ 1.7 ton /día), sin embargo, del trabajo de Mora (2016) se evidencia una inapropiada gestión de los residuos con su consiguiente repercusión en la calidad ambiental de la zona.

El sistema de recolección denominado “a pie de vereda” dificulta el aprovechamiento, ya que al no estar separados los RSU, dentro de las estaciones de transferencia se demandaría tiempo para realizar esta acción, modificándose así las condiciones propias del residuo. Adicionalmente, la recolección de residuos dos veces por semana, provoca que la población busque formas de deshacerse de sus residuos, especialmente los sanitarios, por lo que recurre a la quema a cielo abierto, provocando gases de combustión y con el peligro de generación de dioxinas y furanos.

Para un adecuado aprovechamiento de los RSU, es necesario realizar una separación en la fuente y una recolección selectiva que permita un manejo integral de los mismos, preservando de esta manera el ecosistema frágil de la parroquia Limoncocha, además de recolectar los residuos con mayor frecuencia que la que se efectúa en la actualidad.

Debido a que la generación de residuos depende en gran medida de las condiciones socioeconómicas y el grado de urbanización y la industrialización del área intervenida (Word Bank, 1999), se corrobora que los residuos de la parroquia rural Limoncocha están constituidos principalmente por residuos de comida provenientes de las viviendas y comedores. Los días festivos, el consumo de alimentos preparados incrementa notablemente la proporción de plásticos en los RSU de la comunidad.

Los hábitos de disposición de los residuos de los habitantes de la parroquia Limoncocha son un limitante para el aprovechamiento energético. El resultado de poder calórico superior e inferior de los residuos sólidos urbanos depende de algunas condiciones propias de la zona y sus costumbres, tal es el caso de condiciones climáticas, de almacenamiento, transporte y conservación. La humedad puede variar debido a dichas condiciones, alterando el PCI necesario para el aprovechamiento energético de los residuos.

Como ya se indicó, el contenido máximo de humedad de un residuo sólido debe ubicarse entre el 55 y el 60% para que sea considerado como materia prima para incineración. Los tipos de residuos: papel, cartón y madera presentaron contenidos de humedad necesarias para ser consideradas como materia prima para dichos procesos, mientras que materia orgánica superó el máximo establecido con un valor de 71 %, por lo tanto este tipo de residuo no podría ser utilizado como materia prima para procesos de incineración, así como tampoco podría serlo la mezcla total de los RSU (muestra Mixta), pues llega al 67,4 % de humedad.

La abundante humedad presente en la muestra mixta redujo el potencial energético de la misma, pese a ello, este parámetro no impide el aprovechamiento de los residuos. En cuanto a la muestra de textil, el porcentaje de humedad fue insignificante para la mayoría de las muestras por lo cual no influyó determinantemente en la obtención del poder calórico

inferior, por lo que no representa un limitante para el aprovechamiento energético de los RSU.

La caracterización de los residuos sólidos urbanos de la parroquia Limoncocha reveló una composición mayoritaria de materia orgánica (73%), a pesar de ello, esto no representa un limitante para el aprovechamiento energético, a diferencia de la cantidad de residuos generados, la cual es insuficiente para establecer una planta de incineración, pues se producen diariamente apenas 1,7 ton de RSU.

El potencial energético que brindan los residuos sólidos urbanos de la parroquia Limoncocha, para todas las muestras analizadas, son aptos para someterlos a procesos de aprovechamiento energético con recuperación de energía, ya que en promedio el PCI supera las 3 100 kcal/kg requeridas.

Considerando tanto las características fisicoquímicas de los residuos como el flujo anual de los mismos, se descarta la incineración como sistema de gestión en la parroquia Limoncocha, ya que a pesar de que el PCI se encuentra dentro del rango recomendado y la composición y el porcentaje de humedad no fueron factores limitantes para la implementación de un sistema de incineración, la generación per cápita de apenas 0.61 kg/hb/día, (Mora, 2016), de los residuos en la parroquia resulta insuficiente, por lo que no justifica los costos de operación y tratamiento de gases, agua y cenizas, que implica establecer una planta incineradora.

Una opción para el aprovechamiento energético de residuos de pequeñas poblaciones es conformar mancomunidades, mismas que capten los RSU de varias pequeñas y medianas poblaciones, con el fin de generar un volumen de residuos suficiente para que el aprovechamiento energético sea representativo. De varios autores y especificaciones técnicas se recomienda un volumen de residuos mínimo de 17 ton/día.

REFERENCIAS

Alonso, C., Martínez, E., & Olías, J. (2003). Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos. Madrid: Editora LA LEY.

Bastidas, D. (2009). Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR). Recuperado el 15 de abril de 2016 de: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/GTRA/file/FIR%20Catamarca.pdf>

Cabrera J. (2016). Cuantificación del Poder Calórico Superior e Inferior de los Residuos Sólidos Urbanos: Papel, Cartón, Madera y Materia Orgánica de la Parroquia de Limoncocha. 2015-2016. UISEK. Ecuador.

Cano L (2016), Cuantificación del % de humedad y cenizas contenidos en los residuos urbanos de la Parroquia de Limoncocha. UISEK, Ecuador.

Climate-data Org., (2018), "Clima Limoncocha", Recuperado el 19 de febrero de 2018 en: <https://es.climate-data.org/location/501805/>

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Limoncocha, 2021. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Parroquia "Limoncocha". Geográficas SIS.

INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2014). Ecuador en cifras: Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales. Recuperado el 16 de febrero de 2018 en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_ConsProvinciales_2014/Municipios-2014/201412_GADS%20MunicipalesDocumentoTecnicoDeResultados.pdf

INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Censo de población y Vivienda. Ecuador.

Lomas E, Urbano J, Merino C, Camarero J & Luis Miguel E, (2001), Valorización de la Biomasa en el País Vasco, Universidad del País Vasco, Bilbao, España.

Montenegro, M. 2015 "Valoración y Gestión Económico Ambiental para la Conservación de la Reserva Biológica Limoncocha, Shushufindi, Sucumbios - Ecuador". Quito, Ecuador.

Mora C. (2016). Diagnóstico del Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la Cabecera Parroquial de Limoncocha, mediante muestreos realizados en la población (2015-2016). UISEK. Ecuador.

Moratorio, D., Rocco, I. & Castelli, M. 2012 "Conversión de Residuos Sólidos Urbanos en Energía". Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica, núm. 10, 2012, 117 ISSN 1510-7450 • ISSN (en línea) 1688-9584

Ninabanda C. (2016). Cuantificación del Poder Calórico Superior e Inferior de los Residuos Sólidos Urbanos: Textil y Mixto de la Parroquia Limoncocha. 2015-2016. UISEK, Ecuador.

Romero, A. 2010. La incineradora de residuos: ¿está justificado el rechazo social? Revista Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (104) 0 1, pg 175-187. Madrid.

Sáenz Peña. 2005. "Procedimiento de Técnicas para Análisis Químico de Suelos". Laboratorio de Suelos y Agua. Chaco, Argentina.

Sakurai K. (2000). Guía HDT 17: Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Recuperado el 28 de abril de 2016 en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 1999, "Municipal Solid Waste Incineration". Washington, D.C. 20433, U.S.A.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Abióticos 60
- Ação antrópica 60
- Agentes bióticos 60
- Água potável 17
- Anthropogenic influence 45
- Aprovechamiento energético 24, 25, 27, 32, 33, 34, 35
- Autóctones 59, 61, 64

B

- Banco de plântulas 59, 60, 61, 65, 66, 68, 70

C

- Coagulants 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
- Coleta de lixo 17
- CONAMA Resolution 430/2011 40
- Contaminación 24

D

- Degradação ambiental 60, 69
- Distilled water 38, 39
- Dwelling 1, 2, 5

E

- Ecotechnics 1, 9, 10, 13
- Educação ambiental 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
- Electroplating 37, 38, 41, 42, 43, 44
- Environmental 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 37, 38, 43, 44, 45, 50
- Estrato herbáceo-subarbusivo 59

F

- Flocculation 37, 39, 44
- Fragmento florestal 59, 61, 62, 64

G

- Galvanoplastia 37, 38

H

Herbaceous 45, 59

I

Incineración 24, 25, 27, 33, 34, 35

Industrial process 38

J

Jar-test 39

L

Limpeza urbana 17

M

Magnetit 37

Mexico 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 54

Moringa oleifera 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44

N

Nanoparticulas magnéticas 37

Nanotechnologies 38

Natural resources 1, 2, 3, 9, 10, 13, 54

O

Organização Mundial de Saúde (OMS) 17

P

Plant growth 45

Poder Calórico Inferior (PCI) 31, 34

Poder Calórico Superior (PCS) 24, 27, 31, 33, 34, 35, 36

R

Rainwater 1, 9, 10, 13

Regeneração natural 59, 60, 63, 64

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) 24, 25, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 36

S

Salud humana 24

Saneamento básico 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Sedimentation 37, 38, 39, 41, 42, 43

Sustainable development 2, 3, 4, 6, 9, 10, 15

T

Tanino 37

Tratamento de esgoto sanitário 17

V

Vegetative stage 45, 49, 52

W

Water 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 38, 39, 40, 44

A black and white photograph of a hand gently touching a mound of dark, rich soil. The hand is on the left side of the frame, with fingers slightly spread. The soil is on the right, showing its texture and depth. The background is a blurred continuation of the soil.

Medio ambiente:

Preservação, salud
y sobrevivência 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

A close-up photograph of a person's hand with light-colored skin and manicured nails, gently touching a vibrant green, textured surface of moss. The background is a soft-focus continuation of the mossy texture.

Medio ambiente:

Preservación, salud
y sobrevivência 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 