

Estudio de composición de residuos sólidos orgánicos en la comunidad de Barro Hondo, cantón Paraíso, provincia de Cartago, Costa Rica

Estudo da composição de resíduos sólidos orgânicos na comunidade de Barro Hondo, cantão Paraíso, província de Cartago, Costa Rica

Study of composition of organic solid waste for the establishment of a composting alternative, community of Barro Hondo, canton Paraíso, province of Cartago, Costa Rica

Luis Eduardo Chinchilla Blanco¹, Melissa Peraza Castro¹, Maricruz Rojas Villegas², Fabián Pacheco Rodriguez³

¹ Departamento de Salud Ambiental, Escuela de Tecnologías en Salud, Universidad de Costa Rica.

² Departamento de Servicios Municipales, Municipalidad de Paraíso.

³ Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica, Instituto Nacional de Aprendizaje.

Cita: Chinchilla Blanco LE, Peraza Castro M, Villegas M, Pacheco Rodriguez F. Estudio de composición de residuos sólidos orgánicos en la comunidad de Barro Hondo, cantón Paraíso, provincia de Cartago, Costa Rica. Rev Salud ambient. 2024; 24(2):159-167.

Recibido: 20 de abril de 2022. **Aceptado:** 10 de septiembre de 2024. **Publicado:** 15 de diciembre de 2024.

Autor para correspondencia: Luis Eduardo Chinchilla Blanco.

Correo e: luis.chinchillablanca@gmail.com

Financiación: Se declara que esta investigación se realizó en el marco de un trabajo final de graduación. No existió financiamiento de ningún tipo por parte de las instituciones y organizaciones involucradas. Tanto el trabajo escrito y de campo, así como los materiales empleados fueron aportados por el estudiante.

Declaración de conflicto de intereses: No existen conflictos de interés relacionados con la investigación presentada.

Declaraciones de autoría: LECB trabajó en el diseño del estudio, análisis de datos y redacción principal. MPC colaboró con el planteamiento metodológico, trabajó en la redacción y revisión previa del documento. Cada uno de los coautores revisó y aprobó el manuscrito final.

Resumen

En Costa Rica los residuos orgánicos se presentan como un reto para las municipalidades encargadas de la gestión de residuos a nivel local. En el país este tipo de residuos representa aproximadamente el 50 % del total de residuos sólidos producidos anualmente a nivel urbano. El compostaje figura como una alternativa para el tratamiento de los residuos orgánicos. En este artículo se presenta un estudio de composición de residuos orgánicos desarrollado en la comunidad de Barro Hondo (Cartago, Costa Rica), cuyo objetivo fue obtener información sobre las características de los residuos orgánicos producidos por los habitantes de la comunidad, con la intención de generar una línea de conocimiento, que pueda ser utilizada en la construcción de un modelo de compostaje doméstico. Fue posible identificar la predominancia en la producción de los residuos ricos en Nitrógeno (N) sobre aquellos ricos en Carbono (C); además se logró determinar los principales tipos de residuos que componen la fracción orgánica y se calculó la producción *per cápita* de residuos sólidos en 0,27 kg/hab/día. El estudio figura como una importante herramienta de planificación para el gobierno local u organizaciones comunales, que quieran plantear proyectos dirigidos a la gestión de residuos orgánicos.

Palabras clave: residuos orgánicos; residuos sólidos; compostaje; caracterización de residuos.

Resumo

Na Costa Rica, os resíduos orgânicos representam um desafio para os municípios responsáveis pela gestão de resíduos a nível local. No país, esse tipo de resíduos corresponde a aproximadamente 50 % do total de resíduos sólidos produzidos anualmente nas áreas urbanas. A compostagem surge como uma alternativa para o tratamento dos resíduos orgânicos. Este artigo apresenta um estudo da composição dos resíduos orgânicos desenvolvido na comunidade de Barro Hondo (Cartago, Costa Rica), com o objetivo de obter informações sobre as características dos resíduos orgânicos produzidos pelos habitantes da comunidade, com a intenção de gerar uma base de conhecimento que possa ser utilizada na construção de um modelo de compostagem doméstica. Foi possível identificar a predominância de resíduos ricos em Nitrogênio (N) sobre aqueles ricos em Carbono (C); além disso, foram determinados

os principais tipos de resíduos que compõem a fração orgânica e calculada a produção per capita de resíduos sólidos em 0,27 kg/hab/dia. O estudo é uma importante ferramenta de planejamento para o governo local ou organizações comunitárias que desejem desenvolver projetos voltados para a gestão de resíduos orgânicos.

Palavras-chave: resíduos orgânicos; resíduos sólidos; compostagem; caracterização de resíduos.

Abstract

In Costa Rica, organic waste is presented as a challenge for municipalities in charge of waste management at the local level. In the country, this type of waste represents approximately 50 % of the total solid waste produced annually at the urban level. Composting is listed as an alternative for the treatment of organic waste. This article presents a study of the composition of organic waste developed in the community of Barro Hondo (Cartago, Costa Rica), whose objective was to obtain information on the characteristics of the organic waste produced by the inhabitants of the community with the intention of generating a line of knowledge, which can be used in the construction of a domestic composting model. Through this study it was possible to identify the predominance in the production of nitrogen-rich (N) and carbon-rich (C) residues; In addition, it was possible to determine the main types of waste that make up the organic fraction and the per capita production of solid waste was calculated at 0.27 kg/hab/day. The study is listed as an important planning tool for local governments or community organizations, which want to propose projects aimed at the management of organic waste.

Keywords: organic waste; solid waste; composting; waste characterization.

INTRODUCCIÓN

Los impactos globales asociados a la generación de residuos sólidos están creciendo rápidamente, al mismo tiempo que se complejiza su tratamiento o gestión, ligada, en la mayoría de los casos, a la capacidad económica de las localidades¹.

Dentro de este panorama los residuos orgánicos se presentan como todo un reto dadas las características propias de dichos residuos las cuales tienden a complejizar su gestión. Como residuos orgánicos se puede catalogar todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo².

A nivel mundial, para el año 2016 se reportó la producción anual de 2,01 billones de toneladas de residuos sólidos, de las cuales cerca de un 44 % correspondían a residuos orgánicos. Ajustes hechos a partir de datos y registros apuntan que para el año 2050 la humanidad pueda llegar a producir 3,40 billones de toneladas por año, duplicando en menos de cuatro décadas las cantidades aproximadas que actualmente se generan³.

En Costa Rica, se reporta que para el 2018 se producían 3 900 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales un 53 % (738 683 toneladas anuales) corresponde a materia orgánica; residuos valorizables 33 % (447 784 toneladas anuales) y ordinarios con un 14 % (202 147 toneladas anuales) de la fracción⁴.

Se ha reconocido la apremiante necesidad de dar respuesta a esta situación. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la problemática se ha abordado a través del Objetivo 12 Producción y consumo responsable. Este establece en su meta 12.5 la reducción considerable en la generación de desechos para el año 2030, por medio de actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización⁵.

La normativa vigente en Costa Rica en materia de gestión de residuos sólidos se encuentra encabezada por la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8 839 (2010), acompañada de los instrumentos de planificación de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2010-2021) y el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2016-2021). A inicios del 2020 es presentado el Plan Nacional de Compostaje (2020-2050), enmarcado en el Plan Nacional de Descarbonización (2018 – 2050). A pesar de este importante avance el país aún carece de una normativa como tal en torno al manejo de residuos orgánicos, casi a diez años de publicada la Ley para la gestión de residuos N° 8 839.

Este vacío en la reglamentación representa un gran reto para los gobiernos locales, quienes deben hacer frente a la tarea de la gestión de los residuos sólidos generados en sus respectivos cantones, sorteando limitaciones técnicas y socioeconómicas, que condicionan el desarrollo de alternativas de gestión.

Se requiere el desarrollo de alternativas integrales y eficaces a nivel técnico que permitan gestionar adecuadamente los residuos de naturaleza orgánica. El compostaje figura como una solución para la gestión de

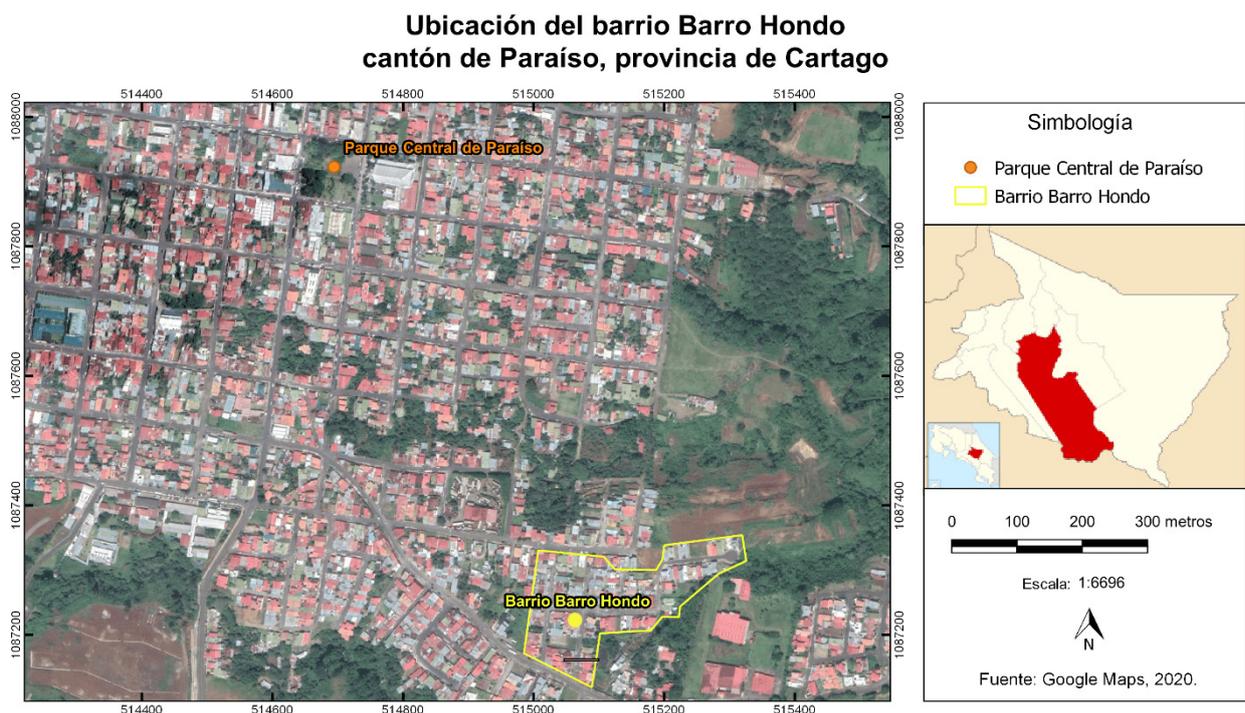
residuos orgánicos, siendo una actividad cuya aplicación tiende a facilitar la gestión general de residuos.

El objetivo del estudio de composición de residuos sólidos orgánicos en Barro Hondo es identificar las características de los residuos orgánicos producidos por los habitantes de la comunidad, con la intención de generar una línea de conocimiento, que pueda ser utilizada en la construcción de un modelo de compostaje doméstico u otras alternativas de tratamiento de residuos

orgánicos, replicable en otras localidades del cantón con tendencias de producción similares a las de Barro Hondo.

La comunidad de Barro Hondo, la cual se presenta en la figura 1, está localizada al sureste del casco central de la ciudad cabecera del distrito primero del cantón de Paraíso, de la provincia de Cartago. Es un barrio residencial de carácter urbano. Para el año 2018, el Comité de Vecinos de Barro Hondo registró una población total de 263 habitantes⁶.

Figura 1. Mapa del barrio Barro Hondo de Paraíso de Cartago



MATERIALES Y MÉTODOS

1. METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

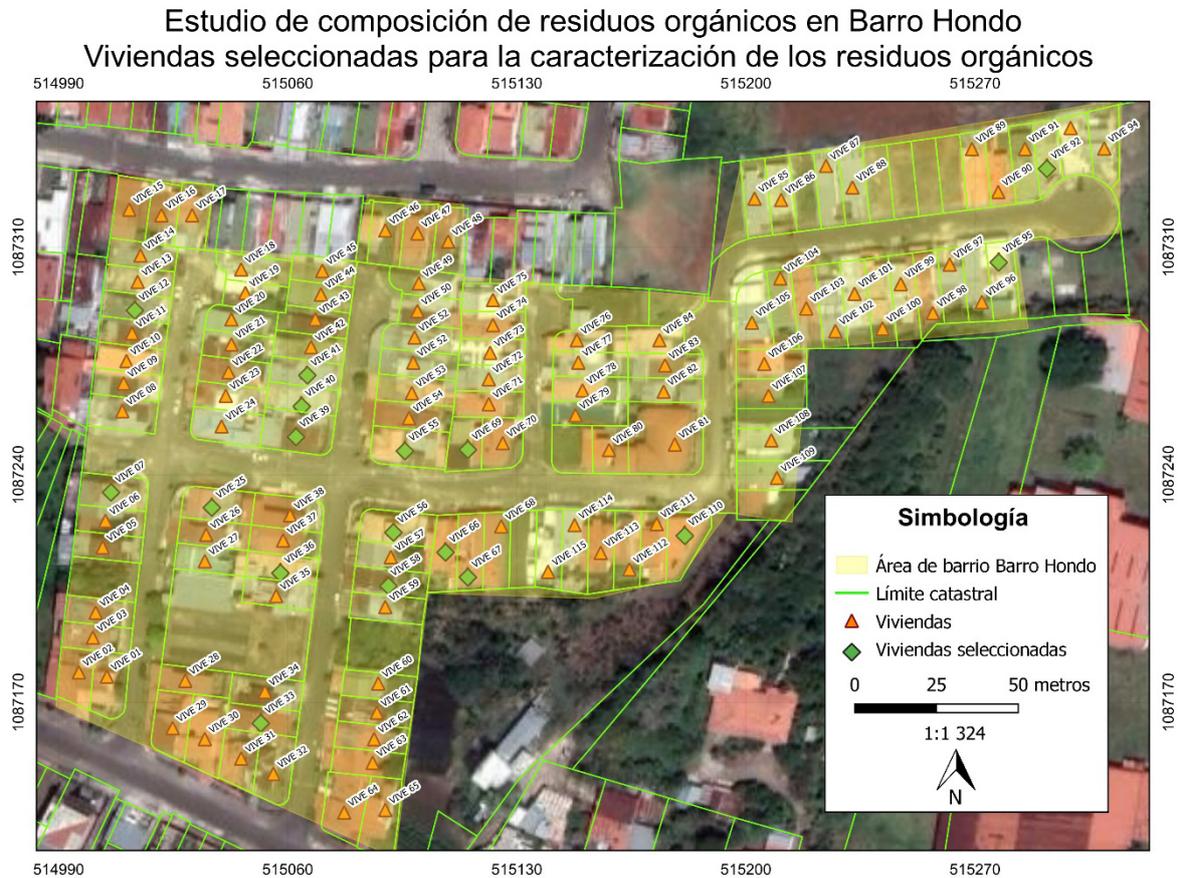
Para conocer la cantidad y características de los residuos orgánicos producidos por los vecinos de la localidad se adaptó la *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*, establecida por el Decreto Ejecutivo N° 37 745 del año 2013⁷.

Para fines de la metodología aplicada es importante señalar que la población de Barro Hondo se clasificó como una zona urbana-residencial con viviendas de estrato medio en su totalidad, por lo tanto, no se segregó la comunidad por estratos socioeconómicos y se trabajó con la totalidad de las viviendas identificadas.

Respecto al levantamiento del número total de viviendas que componen el barrio, se utilizó información del Sistema de Información Geográfica (SIG), el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y el Plano Catastral de la Municipalidad de Paraíso. De esta manera, cruzando los datos del SNIT con una imagen satelital de Barro Hondo se logró establecer la cantidad total de viviendas a partir de la delimitación catastral de bienes inmuebles en el lugar.

Cada vivienda se codificó con la abreviación *VIVE* cuyo significado es "vivienda" y el número asignado a la misma. En total se identificaron 115 viviendas que componen el universo del estudio. Este levantamiento de información y la asignación de códigos se presentan en la figura 2.

Figura 2. Mapa de codificación muestral por vivienda del barrio Barro Hondo de Paraíso de Cartago basado en la división catastral del Registro Inmobiliario del Sistema Nacional de Información Territorial y viviendas seleccionadas para el estudio de caracterización de residuos orgánicos



Fuente: Elaboración propia con datos del SNIT (2005) y Google Maps (2021), 2021.

2. ESTABLECIMIENTO DE LA MUESTRA

Para la determinación del número de viviendas utilizadas en el muestreo se aplicó la fórmula que consta en el Paso A6 de la *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*, del Decreto Ejecutivo N° 37 745⁷.

Fórmula para el cálculo del tamaño de muestra:

$$nviv = \left[\frac{Z^2 * Nviv * \delta^2}{(Nviv - 1) * E^2 + Z^2 * \delta^2} \right] * 1,25$$

Variables que integran la ecuación:

- nviv = Número de viviendas que serán incluidas en el muestreo
- Nviv = Número de viviendas en el área de estudio= 115

- Z = Coeficiente de confianza al 95 % = 1,96
- δ = Desviación estándar= 0,1 kg/hab/día (fracción orgánica)
- E = Error permisible = 0,05 kg/hab/día

Despejando la fórmula se obtuvo el siguiente resultado:

$$nviv = \left[\frac{4,41784}{0,323416} \right] * 1,25$$

$$nviv = \left[\frac{(1,96)^2 * 115 * (0,1)^2}{(115 - 1) * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,1)^2} \right] * 1,25$$

$$nviv = 17,17 \approx 17$$

Considerando el resultado anterior se tomaron en cuenta 18 viviendas para la participación en el estudio de

caracterización de residuos orgánicos, siendo concretada la participación de 17 viviendas, seleccionadas de manera aleatoria, escogidas mediante la enumeración en una hoja de cálculo y la aplicación de la función aleatorio. En la figura 2 se observa la ubicación de las viviendas seleccionadas.

3. PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Para la separación y almacenaje de los residuos orgánicos se dispuso de dos contenedores por vivienda para la recolección de los desechos. Uno de los recipientes se destinó para el depósito de los residuos ricos en C y otro para los residuos abundantes en N. Esta clasificación responde a la importancia de la relación C/N a nivel del compostaje, concretamente al proceso de descomposición de la materia. Si bien se considera que la relación con mejores resultados en el proceso de degradación de los residuos orgánicos es de 30/1 (30 partes de C por 1 parte de N), en la mezcla final puede que la relación no tenga exactamente este valor, pero sus valores deben estar en rangos cercanos⁸.

Los recipientes fueron respectivamente etiquetados, los residuos orgánicos domésticos ricos en N y C, así como una serie de recomendaciones para el uso de los recipientes. Además, cada par fue numerado del 1 al 18 para establecer un orden a nivel de la recolección de datos.

A cada vivienda seleccionada de la muestra se le entregaron los recipientes para el estudio, acompañados con una serie de instrucciones para el almacenamiento de los residuos tales como los tipos de residuos y el desglose de su clasificación, agrupada en dos principales categorías, residuos ricos en carbono (aserrín, hojarasca, cáscara de huevo, papel y cartón, cenizas o lejía, cascarilla de arroz) y residuos ricos nitrógeno (residuos crudos, pasto recién cortado, residuos de cosecha, residuos de preparación de café y té). Se indicaron los materiales que se pueden depositar en los recipientes de los residuos orgánicos (excretas de animales, residuos plásticos, metálicos u otros de origen artificial, residuos peligrosos, papel higiénico usado, papel o servilletas usadas impregnadas de sangre u otros fluidos humanos y animales, medicamentos)⁹.

También las personas participantes fueron instruidas en la colocación de los recipientes en un lugar que facilitara el depósito de los residuos orgánicos. Además, se les instó a mantener los recipientes cerrados, para evitar la aparición de vectores como moscas y roedores.

El estudio comprendió exactamente una semana, abarcando 7 días naturales. Los residuos acumulados

en los contenedores fueron revisados en dos ocasiones. En estas visitas se tomaron los residuos de cada uno de los recipientes para su pesaje y caracterización. El peso del recipiente fue registrado previamente para excluir su peso del procedimiento de pesaje de los residuos. Esta información, así como otros datos de rigor tales como el número de vivienda y la cantidad de habitantes, fueron anotados en una ficha de registro diseñada para la tarea.

El nivel de abundancia empleada en la identificación de los tipos de residuos encontrados en el estudio de composición de los residuos orgánicos, se estableció conforme al peso en kg de los residuos ricos en C y aquellos ricos en N, recolectados cada uno en diferentes recipientes. Se verificó la presencia de residuos según el desglose por categoría (ricos en C o N), mediante la comprobación visual y se anotó en la boleta de registro.

Para la determinación de la generación de residuos orgánicos per cápita se dividió el peso total de los residuos recogidos durante la semana del estudio entre el número de habitantes totales de las viviendas muestreadas, así como el número de días de generación, de acuerdo con lo establecido en la *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*⁷.

Los residuos orgánicos recolectados por el estudio fueron trasladados a las instalaciones del plantel municipal de Paraíso, donde se trataron en dos composteras rotatorias de 400 litros (0,4 m³) de capacidad.

RESULTADOS

La caracterización de los residuos orgánicos producidos por las viviendas de Barro Hondo representa una fuente de información de gran importancia para la construcción de una alternativa de compostaje integral. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de los residuos producidos por las viviendas que participaron en el estudio. Destacan los datos referentes a la cantidad de ocupantes, cantidad de residuos orgánicos ricos en N y C, así como la producción total de residuos orgánicos por vivienda.

Como se puede apreciar en la tabla 1, en total 68 personas habitan en las 17 viviendas participantes, lo que aproximadamente representa un 15 % de la población del barrio, considerando que en promedio hay 4 habitantes por vivienda.

Las viviendas seleccionadas generaron un total de 129,86 kg de residuos orgánicos. La fracción que corresponde a residuos ricos en N fue de 111,02 kg, lo que representa un 85 % del total de residuos recolectados. Por otro lado, 18,87 kg completan la fracción de residuos ricos en C, lo que ajusta al 15 % del restante total.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la caracterización de residuos orgánicos de Barro Hondo, abril 2021

Número de vivienda	Cantidad de ocupantes por vivienda	Residuos ricos en Nitrógeno (kilogramos)	Residuos ricos en Carbono (kilogramos)	Total de residuos por vivienda (kilogramos)
Vivienda 01	3	6,06	0,41	6,47
Vivienda 02	4	3,30	0,29	3,59
Vivienda 03	4	3,31	0,55	3,86
Vivienda 04	4	4,56	0,45	5,01
Vivienda 05	5	8,09	0,69	8,78
Vivienda 06	5	6,58	0,18	6,76
Vivienda 07	13	5,77	0,98	6,75
Vivienda 08	3	9,48	2,23	11,71
Vivienda 09	2	7,24	2,69	9,93
Vivienda 10	1	3,25	1,27	4,52
Vivienda 11	3	10,69	1,14	11,83
Vivienda 13	3	2,47	0,37	2,84
Vivienda 14	4	10,58	0,34	10,92
Vivienda 15	5	5,09	0,32	5,41
Vivienda 16	2	12,76	4,95	17,71
Vivienda 17	3	5,03	0,60	5,63
Vivienda 18	3	6,76	1,41	8,17
Totales	68	111,02	18,87	129,86

La fracción de residuos ricos en N fue casi seis veces mayor que la fracción de residuos ricos en C. No hubo almacenamiento de residuos impropios o diferentes a lo solicitado a las viviendas.

Se distingue una tendencia a una mayor producción de residuos orgánicos ricos en N, que aquellos ricos en C, lo anterior en correspondencia con los datos expuestos en la tabla 1. Esto se refleja también en la producción promedio de residuos orgánicos de las viviendas, correspondiente a 6,53 kg semanales para los residuos ricos en N y 1,11 kg semanales para los ricos en C, siendo de 7,64 kg/semana el promedio de generación total.

La cantidad máxima de residuos ricos en N recolectados semanalmente en una vivienda fue de 12,76 kg, mientras que el mínimo corresponde a 2,47 kg. En cuanto a los residuos ricos en C la proporción máxima recolectada semanalmente en una vivienda fue 4,95 kg y la mínima de 0,18 kg. El máximo total de residuos producido en una vivienda alcanzó los 17,71 kg y el mínimo total correspondió a 2,84 kg. Nuevamente destaca la tendencia a una mayor producción de residuos ricos en N.

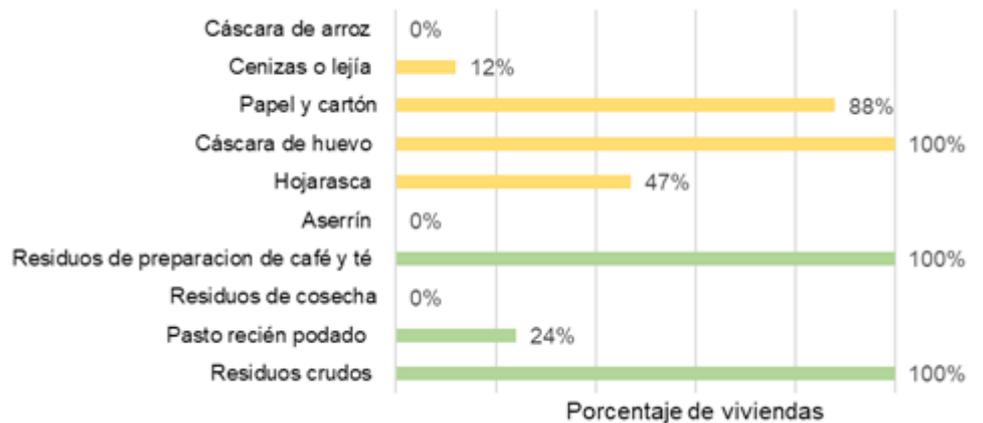
Sobre la composición de los residuos se anotó la presencia de diferentes tipos de residuos de acuerdo con

su predominancia entre C y N. En la figura 3 se pueden observar los resultados obtenidos del porcentaje de viviendas con presencia de cada uno de los tipos de residuos.

Respecto a los residuos ricos en C en ninguna de las viviendas se encontró cáscara de arroz o aserrín; en un 12 % de las viviendas se produjo ceniza o lejía; el 88 % generó papel y cartón; un 47 % hojarasca; y la totalidad de las viviendas generó cáscaras de huevo. A nivel de los residuos ricos en N en todas las viviendas se produjeron residuos crudos y de preparación de café o té; solamente en el 24 % se evidencia pasto recién cortado; y en ninguna vivienda se recolectaron residuos de cosecha.

Ciertamente los porcentajes y tipos de residuos orgánicos encontrados en el estudio son característicos de un espacio urbano y doméstico. Lo anterior se evidencia en la ausencia absoluta de materiales como cáscara de arroz, aserrín y residuos de cosecha; y en la abundancia de residuos orgánicos de generación cotidiana y doméstica como los residuos crudos y de la preparación de café o té, cáscaras de huevo, papel y cartón. De acuerdo con la *Guía didáctica sobre Gestión de los Residuos Urbanos en Alpacete*, la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos proviene principalmente de los restos de comida, alimentos y restos de jardinería¹⁰.

Figura 3. Porcentaje de presencia de residuos orgánicos ricos en C y N en las viviendas participantes en el estudio de caracterización de Barro Hondo, abril 2021



El cálculo de la producción *per cápita* de residuos se realizó de acuerdo con la *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*. Para lo cual se dividió el peso de los residuos totales recogidos durante la semana (129,86 kg), entre el número de habitantes totales de las viviendas muestreadas (68 habitantes) y entre el número de días de generación (7 días).

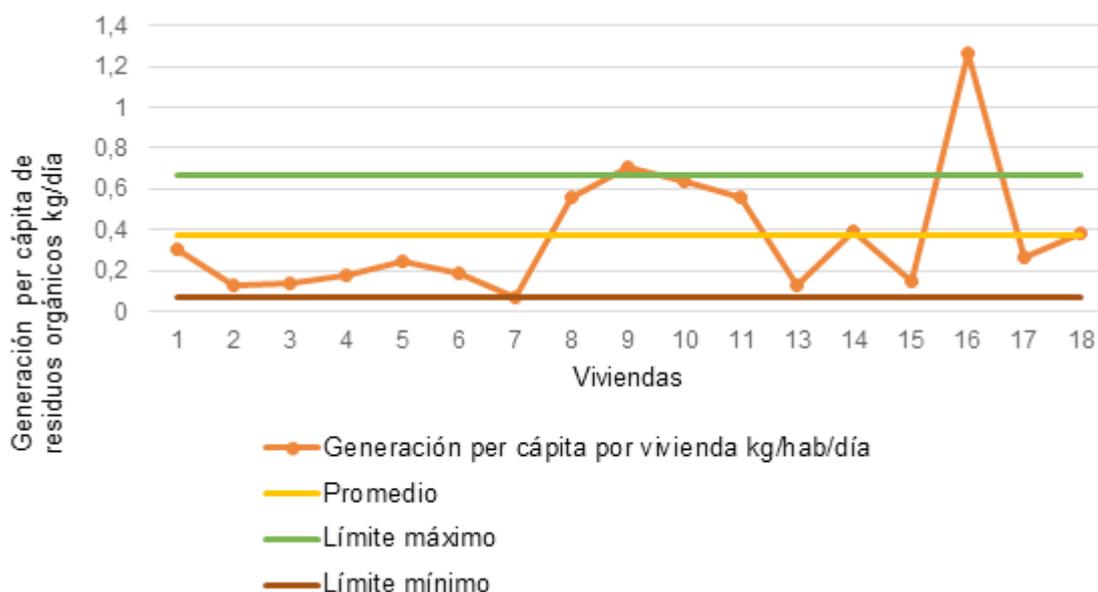
La generación *per cápita* de residuos orgánicos total de la muestra dio un resultado de 0,27 kg/hab/día. En cuanto a la desviación estándar, se obtuvo un resultado de 0,30 kg/hab/día. Por otra parte, los límites del promedio de generación de residuos sólidos *per cápita* corresponden a 0,07 kg/hab/día y 0,67 kg/hab/día (figura 4). De acuerdo con estos resultados se comprueba que la mayoría de las

viviendas se encuentran dentro de los límites establecidos incluyendo el resultado de generación *per cápita* total correspondiente a 0,27 kg/hab/día.

DISCUSIÓN

Respecto a la generación *per cápita* de residuos orgánicos obtenida en el estudio en Barro Hondo, es aproximada a otras cifras de generación de residuos orgánicos arrojadas por otros estudios desarrollados en el país. Herrera y cols., tras un estudio de generación y caracterización de residuos ordinarios en cuatro municipios de la Gran Área Metropolitana, determinaron que la tasa de generación promedio ponderada de residuos sólidos para el área de estudio fue de 0,59 kg/hab/día,

Figura 4. Desviación estándar de la medida de generación *per cápita* de residuos orgánicos del estudio de caracterización de Barro Hondo, abril 2021



donde la fracción orgánica correspondía al 55,9 % del total de los residuos, lo cual se pueden extrapolar calculando con los datos anteriores en un 0,32 kg/hab/día de residuos orgánicos *per cápita*¹¹.

Soto y cols.(2016), aplicaron la *Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*, descrita en el Decreto Ejecutivo N° 37 745 para la determinación del índice de generación y composición de residuos sólidos en la zona urbana del cantón de Turrialba. El índice de generación encontrado por habitante determinado en la zona fue de 0,58 kg/hab/día, con un 22 % correspondiente a la fracción de residuos orgánicos¹².

En el estudio de Campos y cols., desarrollado en el cantón de Guácimo, también fue aplicada la metodología del Decreto Ejecutivo N° 37 745. De igual manera se obtuvieron valores muy similares a los casos anteriormente citados. El índice de generación per cápita de residuos sólidos fue 0,55 kg/hab/día, mientras que el porcentaje de residuos orgánicos presente generados en la comunidad alcanzó un 52 % del total de residuos sólidos¹³.

Tanto la cantidad promedio de habitantes por vivienda como el nivel de producción per cápita de residuos orgánicos, resultan de gran utilidad a hora de considerar una técnica de compostaje apropiada para Barro Hondo. Ciertamente el patrón de producción de residuos orgánicos corresponde a un entorno urbano y doméstico, donde se puede considerar como una opción el compostaje descentralizado en unidades domésticas, dada la baja tasa de producción de residuos.

Otro aspecto para tomar en consideración es el de la relación C:N. Como ha sido expuesto en los resultados, la producción de residuos ricos en N es casi seis veces superior a la de los residuos ricos en C. A nivel del proceso de compostaje, los residuos orgánicos tienden a tener un mejor resultado de degradación cuando se establece una relación proporcional de 30/1 (30 C por cada 1 N) en la mezcla final, para lo que se requiere prestar atención a la composición, proporción de humedad y peso de los residuos aplicados⁹.

El desarrollo de estudios de caracterización de residuos se posiciona como una importante herramienta de planificación para los gobiernos locales u organizaciones comunales, que quieran plantear proyectos dirigidos a la gestión de residuos. En el caso de su aplicación específica en residuos orgánicos, se evidencia su utilidad a la hora de plantear el alcance y tecnología de gestión, a partir de la composición de esta fracción. Sin embargo, se reconoce la necesidad de realizar estudios más profundos para completar cualquier propuesta de tratamiento de residuos orgánicos tanto en Barro Hondo como en otras comunidades.

La Salud Ambiental, por su integralidad, figura como una disciplina de gran valor en el abordaje de problemáticas relacionadas a la generación y gestión de residuos sólidos. Esto se demuestra en la consideración de los factores socioeconómicos y ambientales de la población de Barro Hondo, en cuanto a la producción de residuos orgánicos y su manejo, así como en la búsqueda de una alternativa técnica apropiada para el compostaje de los residuos orgánicos de origen doméstico.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio de composición de residuos orgánicos fue posible gracias a la colaboración del Comité de Vecinos de Barro Hondo de Paraíso de Cartago, M.Sc. Fabián Pacheco Rodríguez, del Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica del Instituto Nacional de Aprendizaje, Ph.D. Melissa Peraza Castro, Departamento de Salud Ambiental, Escuela de Tecnologías de Salud de la Universidad de Costa Rica y M.Sc. Maricruz López Villegas, Departamento de Servicios Municipales, Municipalidad de Paraíso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hoornweg D, Bhada-Tata P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series;knowledge papers no. 15. World Bank. [actualizado en 2012; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>.
2. Comisión para la Cooperación Ambiental. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal [actualizado en 2017; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>.
3. Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 [actualizado en 2018; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
4. Soto, S. Gestión de residuos sólidos en Costa Rica. Programa Estado de la Nación [actualizado en 2019; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <http://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/7818>.
5. Organización Mundial de las Naciones Unidas. Objetivos del Desarrollo Sostenible. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles [actualizado en 2022; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>.
6. Comité de Vecinos de Barro Hondo. (2018). Encuesta Residencial Barro Hondo. Resumen de datos. [Documento de Excel].
7. Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N° 37 745, Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios. Diario Oficial La Gaceta. [actualizado en 2013; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=75341&nValor3=93371&strTipM=TC.

8. Sepúlveda L, Alvarado J. (2013). Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín. [actualizado en 2022; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: <http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf>.
9. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2018). *Programa para la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos para la Ciudad de Bogotá*. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá. Colombia. Disponible en: http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/programaorganicos.pdf.
10. Ayuntamiento de Albacete (s.f.). Guía didáctica sobre Gestión de los Residuos Urbanos en Albacete [actualizado en 2022; citado 22 de marzo de 2022] Disponible en: http://www.albacete.es/es/por-temas/medio-ambiente/documentos/GUIA_RESIDUOS.pdf.
11. Herrera J, Rojas J, Anchía D. Tasas de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del Área Metropolitana, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*. 2016; 57, 235-60. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/8902/10203>.
12. Soto S, González J. Determinación del índice de generación y composición de residuos sólidos en la zona urbana del cantón de Turrialba, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 2016, 32 (3), 106-17. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i3.4500>.
13. Campos R, Soto S. Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 2014; 27 (3), 122-35. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2072>.