

ALTERNATIVAS DE USO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN ESTABLECIMIENTOS TIPO FRUVERS (MARQUETALIA-CALDAS)

ALTERNATIVES FOR THE USE OF ORGANIC WASTE IN ESTABLISHMENTS TYPE FRUVERS (MARQUETALIA-CALDAS)

Zulivan Jiménez Osorio ^a

Walter Murillo Arango ^b

^aIngeniera Agrónoma, Maestrante en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales.

^bPhD. Ciencias Químicas, Docente Centro de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo Universidad de Manizales

* Autor de Correspondencia zulivanjios@gmail.com

Resumen

El Municipio de Marquetalia como otros municipios de Colombia viene presentando un incremento en la producción de residuos orgánicos, generando aumento en los niveles de desperdicio, contaminación y su acumulación en mezcla con otros residuos en el vaso de disposición final. Los residuos de frutas y verduras representan un alto porcentaje de los residuos que se eliminan sin presentarse alternativas de aprovechamiento y valorización. En esta investigación, se realizó una encuesta a los propietarios o administradores de 4 establecimientos de comercio de frutas y verduras del municipio, se cuantificó y segregó la producción de residuos orgánicos generados durante 8 semanas, se obtuvieron valores de desperdicio de productos aptos para consumo humano y se propusieron alternativas de aprovechamiento, basados en los criterios de estado, composición y volumen de generación. Se definieron usos alternativos con valor agregado y recuperación económica como pulpas de fruta y paquetes de frutas y verduras, los cuales difieren de la disposición en el relleno sanitario. Adicionalmente se diseñó e implementó una ruta selectiva, con el apoyo de la empresa prestadora de servicio de aseo, culminando con la construcción de una sala piloto de transformación de residuos orgánicos para la localidad.

Palabras clave: Residuos orgánicos, valorización, compostaje.

Abstract

The Municipality of Marquetalia, like other municipalities in Colombia, has been presenting an increase in the production of organic waste, generating an increase in the levels of waste, contamination, and its accumulation in a mixture with other waste in the final disposal vessel. Fruit and vegetable waste represents a high percentage of wastes that are eliminated without alternatives for their use and recovery. In this research, a survey was conducted with the owners or administrators of 4 fruit and vegetable trading establishments in the municipality. The production of organic waste generated during 8 weeks was quantified and segregated, and waste values of products suitable for human consumption were obtained, and alternatives for residues use were proposed, based on the criteria of status, composition, and volume. Alternative uses with added value and economic recovery were defined such as fruit pulps and fruit and vegetable packages, which differ from the disposal in the sanitary landfill. Additionally, a selective route was designed, with the support of the cleaning service provider company, culminating in the construction of a pilot room for the transformation of organic waste for the town.

Keywords: Organic waste, valorization, composting.

Introducción

La pérdida de alimentos a nivel mundial sigue siendo un tema de preocupación. La FAO en 2011 realizó un estudio sobre las pérdidas mundiales de alimentos, encontrando que cerca de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia. Además, existen grandes vacíos de datos sobre las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el mundo. El desperdicio de alimentos no solo afecta la seguridad alimentaria, sino que impacta negativamente el desarrollo económico y el medio ambiente. Autores como Parfitt *et al.* (2010), Papargyropoulou *et al.* (2014) y Stenmarck *et al.* (2016), coinciden en indicar que el desperdicio de alimentos se presenta mayormente en la venta minorista y al detalle, debido al sobre abastecimiento que origina malas prácticas ocasionando el desperdicio (Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2014).

La problemática de los países en desarrollo es más compleja debido a la falta de incentivos para la transformación (Alonso, 2020), y la mala gestión de políticas institucionales (Anaya *et al.* 2017). En Colombia anualmente se desperdicia el 34% de los alimentos, de los cuales el 12% se desperdicia en las etapas de distribución y venta al por menor y de los cuales más de un 50% equivalen a frutas y verduras (DNP, 2016). En el municipio de Marquetalia -Caldas, según datos del PGIRS (2016-2027) se producen 32,2 ton/mes de residuos orgánicos, de un total de 61,9 ton/mes, los cuales son llevados y dispuestos en el relleno sanitario “La Vega”, contribuyendo con la contaminación y la pérdida de elementos aprovechables con características aptas, que podrían impulsar modelos de aprovechamiento, reutilización dentro de un esquema de economía circular.

Basados en lo estipulado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en su meta 12,3: “De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha” (Cepal, 2019). Dado el panorama del desperdicio de alimentos, la generación de contaminación por los rellenos sanitarios y la necesidad de aportar datos reales y actualizados, además de alternativas tangibles a esta problemática se realizó el presente estudio cuyo objetivo fue identificar alternativas de uso de residuos orgánicos en establecimientos comercializadores de frutas y verduras en Marquetalia, Caldas, para ello fue necesario cuantificar, clasificar los residuos generados y proponer alternativas para su valorización, así como la construcción de una ruta selectiva para la recolección y disposición de los residuos no valorizados en etapas anteriores en una sala piloto de transformación de residuos orgánicos, la cual fue apoyada por la empresa prestadora del servicio de aseo del municipio de Marquetalia.

Metodología

La metodología fue desarrollada mediante cuatro etapas, como se describe a continuación:

Etapas 1: Se seleccionaron 4 establecimientos mayoristas de venta de frutas y verduras en el municipio de Marquetalia -Caldas, se aplicó una encuesta a cuatro propietarios o administradores de los establecimientos comerciales, para identificar los productos que más se desechaban, su manejo, y los factores de decisión para prescindir de un determinado producto. Las preguntas aplicadas fueron:

- ❖ ¿Cuál es el producto que más se desecha?
- ❖ ¿Qué manejo le da al producto más desechado?
- ❖ ¿Cuál es el factor de decisión para eliminar este producto de su establecimiento?
- ❖ ¿Estaría dispuesto a cambiarle el destino a esos residuos?

Se realizó la encuesta, se tabuló la información para cada pregunta discriminando los productos desechados según las respuestas, las cuales se consolidaron para obtener un panorama del desecho y manejo actual de estos residuos.

Etapa 2: Se realizó cuantificación de residuos orgánicos generados tras la actividad de comercio de frutas y verduras mediante pesajes semanales durante 8 semanas con una frecuencia de muestreo de 2 veces por semana (martes y viernes) para identificar la cantidad de productos desechados y enviados por recolección rutinaria al relleno sanitario “La Vega”. Con la información capturada, se implementó un programa de segregación de desechos orgánicos con los participantes, se categorizaron de acuerdo a su composición, estado y volumen de generación por cada establecimiento, se obtuvo una línea base que permitió establecer el peso de cada producto comprado por los propietarios versus el peso del producto desechado.

Etapa 3: Con los datos recopilados de la etapa 2, se procedió a evaluar las posibilidades de aprovechamiento y valorización alternativos para cada uno de los productos desechados, definiendo un manejo diferenciado para frutas y productos que por su grado de descomposición y características físicas debieron ser procesados y dispuestos de otra manera.

Etapa 4: Se construyó una ruta selectiva para la recolección de los residuos sólidos que no fueron aprovechados en la etapa 3, se incorporaron los establecimientos estudiados con la biomasa que no pudo ser aprovechada y se hizo extensivo a 11 establecimientos comerciales del municipio de Marquetalia, contando con el apoyo de la empresa prestadora del servicio de aseo. Para la construcción de la sala piloto de transformación de residuos orgánicos, se usó como referencia la guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos (Alcaldía mayor de Bogotá, 2014), en lo que se refiere a las metodologías de compostaje y lombricultura. Se adecuó un espacio de 240 m² (a) en el relleno sanitario con cubierta plástica y madera donde se ubicaron sitios de 4 metros de largo, 4 metros de ancho y 0,5 metros de profundidad con una separación plástica de los laterales y el suelo (b); se realizó la disposición y distribución manual de los residuos (c) desde el medio de transporte (d) utilizado para la recolección durante un período de 5 semanas, como se puede observar en la Figura 1.



a. Construcción de la sala piloto de transformación de residuos orgánicos.



b. Preparación de las camas.



c. Distribución manual de material orgánico.



d. Vehículo utilizado para el transporte de los residuos orgánicos

Figura 1. Sala piloto de transformación de residuos orgánicos.

Resultados y discusión

La encuesta se aplicó a 4 propietarios o administradores de los establecimientos, basados en el estudio de Almanza (2019) donde realizó un sondeo de opinión que permitió conocer cuáles son las condiciones de manejo y aprovechamiento aplicadas por los comerciantes cuando generan residuos sólidos orgánicos y con la intención de conocer estos manejos en los establecimientos objeto del presente estudio, los encuestados respondieron a las siguientes preguntas:

Manejo de desperdicios y productos generados como residuos en los establecimientos.

Pregunta #1, ¿Cuál es el producto que más se desecha? El 75% de los encuestados consideraron que la mayor cantidad de desechos que producen son los derivados de las especies cuyo órgano de consumo son las hojas, ya que por guardar la buena apariencia se deben desprender de las capas superiores, como cebolla, lechuga, acelga, aromáticas,

espinaca entre otros; seguido de frutas (25%) como el tomate, fresa, guanábana, lulo, mango, piña, maracuyá y papaya. Esto se corroboró durante el estudio, evidenciando además, que los propietarios no contaban con cifras exactas de desecho de residuos orgánicos en sus establecimientos.

La pregunta #2 ¿Qué manejo le da al producto más desechado? El 50% contestó que entregan sus residuos orgánicos para el proceso rutinario de disposición final en el relleno sanitario; el 25% cuentan con procesos de compostaje en el predio agrícola, y el 25% restante utilizan esta biomasa fresca y sin previo tratamiento para alimentación animales, sin ser actividades de constante ejecución, con lo que confirman que todos los establecimientos en algún momento hacen disposición final en el relleno sanitario.

Se pudo establecer que cuando realizan la disposición en relleno sanitario no se realiza ningún tipo de separación, ya que el municipio de Marquetalia no cuenta con servicio de recolección selectiva (PGIRS 2016-2027) por lo tanto, los residuos orgánicos generados llegan en mezcla con otros residuos y de esta manera se convierten en focos de contaminación para la localidad.

La pregunta #3 ¿Cuál es el factor de decisión para eliminar este producto de su establecimiento? Donde los propietarios respondieron que toman la decisión de extraer los productos aplicando técnicas de observación, el 50% respondió que toma en cuenta el indicador de afectaciones por daños mecánicos superiores a un 70%; así como el 50% de los encuestados respondió que su indicador es el paso de madurez fisiológica a una madurez organoléptica mayor al 75%, notando que las frutas y verduras no son atractivas para los clientes.

Estos factores de decisión se validan en el estudio realizado por Ortiz en 2012, donde argumenta que la vida útil de las frutas y verduras se ve afectada por malas prácticas de transporte utilizando empaques inadecuados lo que genera daños mecánicos; demoras en el cargue-descargue de los productos y falta de ventilación que acelera la madurez.

La pregunta #4 ¿Estaría dispuesto a cambiarle el destino a esos residuos? Las respuestas coincidieron en que se podrían establecer alternativas, reconocen que como comercializadores de frutas y verduras, son los mayores generadores de volumen de residuos orgánicos en el municipio, los propietarios de los establecimientos se mostraron interesados en colaborar con el estudio para analizar algunas alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos.

En el estudio de Salamanca (2021) “Evaluación y manejo sostenible de residuos sólidos orgánicos: caso de estudio Plaza de Mercado Llanoabastos SA Villavicencio Meta” se implementaron encuestas a los comerciantes; lo que permitió conocer el manejo y las oportunidades de los establecimientos de comercio de frutas y verduras; para el municipio de Marquetalia en lo que respecta a la selección de una estrategia viable en términos económicos, locativos, administrativos y operacionales, partiendo de la situación que se vivencia.

Cuantificación y segregación de residuos orgánicos por establecimiento.

Como se puede observar en la tabla 1, aunque hay algunas variaciones por semana en la cantidad total de residuos orgánicos generados, la dinámica de producción es similar en todos los establecimientos, con un promedio semanal de 597,8 Kg. En el tiempo de realización del estudio la cantidad total de residuos correspondió a 4.782 Kg.; cifra que está por encima de los datos consignados en el PGIRS 2016-2027 del municipio, que registró una producción mensual de residuos orgánicos estimada en 2,2 ton en un total de 130 establecimientos comerciales de Marquetalia, lo que muestra la necesidad de realizar una actualización de las cifras reflejadas en este documento.

Tabla 1

Cuantificación de residuos orgánicos generados por semana en los cuatro establecimientos muestreados.

Establecimientos	Kg. POR SEMANAS								Promedio Semana 1 Kg.	Total residuos orgánicos por establecimient o
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Establecimiento 1	183	133	169	154	145	147	160	168	157,4	1.259
Establecimiento 2	126	160	151	128	185	131	94	148	140,4	1,123
Establecimiento 3	139	156	176	180	164	167	151	151	160,5	1.284
Establecimiento 4	144	136	119	149	124	190	132	122	139,5	1.116
TOTAL										
Residuos										
Orgánicos	592	585	615	611	618	635	537	589	597.8	4,782

Los residuos orgánicos generados, fueron segregados por establecimiento, tipo de producto y cantidad en kilogramos, para evaluar su composición, estado, volumen de generación, y de esta manera diseñar alternativas de aprovechamiento y valorización pertinentes. (Ver tabla 2)

A partir de la cuantificación de los residuos que fueron objeto de estudio; se analizaron los productos que presentaron mayor deterioro y por ende su desecho en todos los establecimientos, obteniendo un promedio de kilogramos generados en productos como la papa común con 156 Kg., papa criolla 129,5 Kg., maracuyá 84 Kg., zanahoria con 76 Kg., fresa 72 Kg., se analizó el estado de todos los residuos generados y su potencial para ser aprovechados. Conceptualmente la pérdida de alimentos corresponde a la disminución de la masa de alimentos destinados originalmente al consumo humano, independientemente de la causa y en todas las fases de la cadena alimentaria antes del ámbito de consumo distinto al desperdicio de alimentos, los cuales son alimentos que se descartan o se deterioran en los últimos eslabones de la cadena alimentaria, es decir, en la distribución al detalle y el consumo (Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2014), este concepto se relaciona con los desperdicios que se dan en los establecimientos de comercio estudiados los cuales se dedican a la distribución al detalle y entrega al consumidor final. En Colombia, según el estudio de Anaya *et al.* 2017, se atribuye el despilfarro de los alimentos directamente a los encargados del suministro y distribución de los mismos; donde se suma el proceder de los consumidores y se relacionan principalmente las limitaciones económicas, técnicas y de gestión de las opciones de aprovechamiento (FAO 2016).

Tabla 2

Segregación de residuos orgánicos generados por los cuatro establecimientos muestreados.

Segregación de productos	Kg. RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR PRODUCTO				Promedio por producto
	Establecimiento 1	Establecimiento 2	Establecimiento 3	Establecimiento 4	
Papa común	175	165	139	145	156
Papa criolla	177	117	111	113	129,5
Zanahoria	92	86	58	69	76,3
Yuca	56	23	38	41	39,5
Cebolla huevo	57	46	51	51	51,3
Cebolla Larga	88	95	50	60	73,3
Tomate	79	90	96	101	91,5
Lechuga	46	44	42	45	44,3
Limón	32	38	33	36	34,8
Aromáticas	26	34	47	51	39,5
Mango	67	28	29	31	38,8
Maracuyá	89	94	73	80	84
Arveja	28	30	41	41	35
Guíneo	15	17	29	30	22,8
Mandarina	47	52	48	52	49,8
Fresa	73	70	73	73	72,3
Curuba	53	58	51	52	53,5
Lulo	59	36	40	45	45

Aprovechamiento y valorización de residuos orgánicos generados en los establecimientos.

Con la biomasa que por sus características y estado se encontraron en condiciones favorables para ser procesados y aprovechados, frutas como lulo, fresa, curuba, maracuyá y mango se definió ser transformados en pulpas de fruta debido a que este tipo de aprovechamiento generó más interés en los comerciantes y que por sus compuestos nutricionales confieren un atractivo especial para los consumidores (Barrenechea *et al.* 2017), de esta manera se agregó valor y benefició directamente a los propietarios de los establecimientos, pues permitió la disminución del desperdicio y la compensación económica mediante la venta de pulpas de fruta, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3
Aprovechamiento por transformación en pulpa de fruta.

Aprovechamiento por transformación en pulpa de fruta		Establecimiento 1	Establecimiento 2	Establecimiento 3	Establecimiento 4
Maracuyá	Kg. desecho	89	94	69	80
	Kg. pulpa	18	24	10	8
Mango	Kg. desecho	67	28	44	31
	Kg. pulpa	17	6	9	8
Curuba	Kg. desecho	53	54	47	51
	Kg. pulpa	16	16	11	10
Fresa	Kg. desecho	73	70	105	73
	Kg. pulpa	7	4	11	6
Lulo	Kg. desecho	59	32	50	40
	Kg. pulpa	14	4	10	7

Las pulpas de frutas fueron comercializadas en empaques de 250 g. que se vendieron en promedio a \$1.500 se observó que hubo aprovechamientos del 30% en productos que serían dispuestos en el relleno sanitario y representó una oportunidad para ser un producto útil para los consumidores, además esta alternativa permitió su tránsito por una ruta diferenciada, se logró una recuperación monetaria parcial de la inversión representada en \$324.000 para todos los establecimientos y a su vez se disminuyó la carga residual que recibía el relleno sanitario en 216 Kg. que fueron recuperados y comercializados como pulpa de fruta.

La figura 2 muestra como el aprovechamiento de fresa fue el que más se dificultó por la poca vida útil pos cosecha que posee esta fruta, comprobando lo establecido en el estudio de García et al (2019) donde expresa que la fresa es un producto altamente perecedero, susceptible a daño mecánico, deterioro y desórdenes fisiológicos durante su almacenamiento. La fresa en el estudio realizado, fue la fruta que tuvo mayor generación de desecho (entre los 70 y 100 Kg.) así mismo, fue el producto que menor porcentaje de aprovechamiento mostró, lo cual se relaciona con procesos de deterioro como deshidratación, ablandamiento, y el apareamiento de manchas oscuras, lo que indica el crecimiento exponencial de microorganismos, siendo estas las razones que hacen no recomendable el consumo de esta fruta en este estado (Albán et al. 2010).

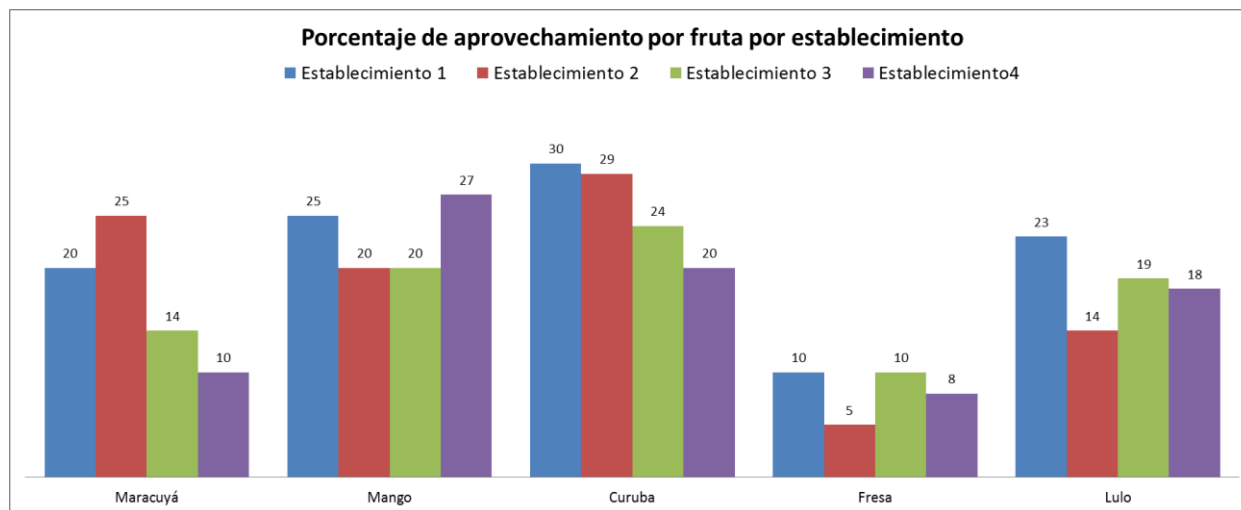


Figura 2 Porcentaje de aprovechamiento por fruta por establecimiento.

En los establecimientos se efectuó venta de productos con reducción de precio como estrategia de incentivo de compra a los consumidores, bajo la modalidad de promociones o descuentos. Para esto se hicieron 127 paquetes de productos re-seleccionados, los cuales se vendieron a \$1.000 cada uno, de este modo un porcentaje económico de los productos que se desechaban por daños mecánicos y madurez avanzada pudieron recuperarse a través de la venta de estos paquetes.

Aprovechamiento de residuos orgánicos por medio del compostaje.

Dadas las condiciones de infraestructura, costos operativos, costos de transformación de las materias reutilizables, las herramientas disponibles, la baja compensación económica y su pertinencia para la población objeto de estudio; se determinó que hacer una distribución de la totalidad de los productos para hacer un aprovechamiento puntual era inviable, ya que si bien se reducía la cantidad de residuos desechados, no se representó recuperación suficiente de capital económico que motivara a los propietarios de los establecimientos para hacer la segregación, dejando de lado el aprovechamiento específico con cada producto.

Como se explicó anteriormente, estos productos se condujeron a sala piloto de transformación de residuos orgánicos. Los volúmenes semanales recolectados en su mayoría no excedieron los 1.000 Kg., por tal motivo la distribución y preparación de la biomasa se realizó de manera manual, obteniendo pilas de compostaje para el proceso de transformación, tal como se ha mostrado en estudios semejantes previos, como el que realizado con los residuos orgánicos de la plaza de mercado de Manizales (Caldas) por Cardona *et al.* 2004 en este estudio se mostró como mejor alternativa de valorización el compostaje. Dinamarca, por ejemplo, ha tomado algunas de las medidas las cuales consisten en la sustitución de la incineración de desechos por la recogida selectiva de residuos orgánicos, con el objetivo de producir biogás y compost (Diario Gara, 2014), como país líder en la metodología de la incineración, se prevé que esta forma de aprovechamiento al ser implementada por ellos, sea más visible y se tome como ejemplo para otras regiones, El compostaje es un método ecológico de reciclaje de residuos orgánicos, (Lu, Q *et al.* 2018)

Para European Compost Network, el compostaje solo se acepta comercialmente en Europa si se cumplen estrictos estándares de calidad. Esto ha llevado a la institución a pensar en una selección igualmente rigurosa de materias primas a utilizar en los procesos de compostaje, como explicamos en la columna anterior. El proceso de compostaje no se ve como una solución a un problema de eliminación de residuos, sino más bien como la producción de un producto de calidad que puede tener numerosos usos. Estas realidades de países con mejor desarrollo de este tipo de estrategias confirman la viabilidad del compostaje incluso en zonas apartadas como el municipio de Marquetalia.

En el caso de Marquetalia, por la imposibilidad de hacer un aprovechamiento para cada uno de los residuos, lo más oportuno fue transformarlos por medio de este método, llevándolo hasta el punto de recolección y distribución en la sala. Esta es la apariencia del material dispuesto en una pila de transformación pasado un mes desde la disposición de los residuos orgánicos.



Figura 3 Pila de transformación de residuos orgánicos.

En ese estudio no se completó el proceso de compostaje, sin embargo, Osorio en 2014 argumentó que por cada 100 Kg. de residuos orgánicos compostados, se obtienen 30 Kg. de abono orgánico, entonces, con la cantidad de residuos llevados a la sala piloto de transformación de residuos orgánicos se podrían obtener teóricamente 1.278 Kg. de abono orgánico.

Durante las 5 semanas que se monitoreó la recolección de estos residuos, se observó que el peso llevado a la sala piloto de transformación de residuos orgánicos fue de 4.260 Kg. (ver tabla 4), valor que es alto, respecto a la medición base del PGIRS que es 2.200 Kg., (como se muestra en la tabla 5) este dato se utiliza para tomar decisiones en cuanto a la implementación de planes y políticas de gestión de residuos orgánicos para el municipio de Marquetalia, aunque existan modelos de políticas exitosas que se adoptan en otras localidades para resolver, o mitigar el problema, éstas requieren más tiempo para su implementación, mayor presupuesto y mayor voluntad de ejecución (Castro, 2021); el estudio permitió conocer la necesidad de realizar nuevas mediciones teniendo en cuenta la población comercial generadora de residuos orgánicos para contar con cifras actuales al momento de definir el manejo de dichas materias.

En la recolección que se llevó a cabo durante 5 semanas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4

Cantidad de residuos orgánicos recolectados en Marquetalia, para la sala piloto de transformación de residuos orgánicos.

Recolección para la sala piloto de transformación de residuos orgánicos

Semana	Cantidad Kg.
1	530
2	664
3	975
4	1,114
5	977
Total	4.260

Tabla 5

Generación de residuos según tipo y estrato para el PGIRS vigencia 2016-2027.

Estrato	N° Suscriptores	Generación (Ton/mes)	Generación Inservibles (Ton/mes)	Generación reciclables (Ton/mes)	Generación Orgánicos (Ton/mes)	% por estrato
Estrato 1	604	19,9	3,1	6,4	10,4	32,14
Estrato 2	593	19,5	3	6,3	10,2	32,56
Estrato 3	523	17,2	2,6	5,6	9	27,83
Comercial	130	4,3	0,7	1,4	2,2	6,92
Oficial	23	0,8	0,1	0,2	0,4	1,22
Industrial	1	0,033	0,005	0	0	0,05
Rural Centro Poblado	5	0,165	0,025	0,1	0,1	0,27
TOTAL	1,879	61,9	9,5	20	32,2	100

Fuente: PGIRS Marquetalia Caldas, 2016.

Según Robert van Otterdijk 2012, oficial de agroindustria de la FAO, “los problemas más urgentes que deben abordarse en el país son la falta de datos precisos sobre la pérdida y el desperdicio de alimentos; desconocimiento de la complejidad del problema, su impacto y causas, y de las implicaciones que puede tener para los actores de la cadena de valor alimentaria, los consumidores, los proveedores de servicios y el medio ambiente”, así como realizar trabajos comunitarios donde se enteren de la producción de residuos, Macdonald (2017) advierte en su estudio que “la eficiencia en la gestión de residuos sólidos municipales no sólo depende de los municipios e instituciones responsables de su administración, sino también de los hábitos y costumbres de la población: es importante que la misma entienda la importancia del manejo de los residuos y participe activamente” es por esto que la capacitación y divulgación de estos procesos de recuperación y aprovechamiento de materiales de origen orgánico deben realizarse para que, el desconocimiento del valor de los residuos orgánicos, tanto por separarlos, procesarlos o disponerlos (Méndez 2021) como por volverlos útiles, así como el costo que estos tiene para la sociedad, no sigan llevando al

incremento continuado de volumen de residuos que se disponen en relleno sanitario, por lo tanto, se inicie el proceso de aprovechamiento de la biomasa y ampliación sistemática de la vida útil de estos sitios de gestión de residuos.

A pesar que con este estudio se dio el aprovechamiento de una parte de la biomasa que se dirigía al relleno sanitario, es necesario buscar otras alternativas de valorización y transformación, ya que el compostaje apunta a resolver parte del problema desde el ámbito ambiental, impidiendo la mezcla de residuos orgánicos con otros materiales y de esta forma la saturación acelerada del relleno sanitario, sin embargo, a menos que el material transformado se venda a muy buenos precios, no es una alternativa de recuperación económica porque igualmente se están perdiendo los alimentos en el sentido que no están completando su objetivo el cual es ser consumidos por los humanos.

En el municipio de Marquetalia habría que revisar que estrategias se pueden plantear para recuperar los materiales que se generaron en mayor cantidad y que eventualmente pudieran ser llevados a otro tipo de transformación como por ejemplo harinas para alimentación para animal y proponiendo que luego de finalizar la transformación se comercialice el producto tal como se realizó en el estudio de Cabello *et al.* 2020, “Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Perú.

Conclusiones

La estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos aplicada a los establecimientos de comercio de frutas y verduras de Marquetalia Caldas, contribuyó minimizando la carga residual y el impacto ambiental a través de la transformación y valorización alternativa, con porcentajes hasta del 30% por medio de la transformación de los desechos en pulpas de fruta.

Por otro lado, la segregación de residuos orgánicos generados por los cuatro establecimientos mostró la variedad de productos que se están desperdiciando, y la necesidad de un proceso de transformación que incluya la mayoría de ellos para disminuir la pérdida tanto de alimentos como económica, además de demostrar que los datos del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos están desactualizados, lo cual supone una necesidad de obtener datos reales de la producción de residuos en el municipio así como su disposición en el vaso del relleno sanitario.

Finalmente, el estudio dio valor agregado a los productos que se consideraron desecho, por medio de prácticas sencillas y pertinentes para los establecimientos reintegrándolos a la cadena productiva, de allí se infiere que los propietarios o administradores de los establecimientos tienen interés por este tipo de alternativas, aún más, cuando se da la recuperación de valor económico de biomasa desperdiciada, es así como se concluye que uniendo voluntades institucionales se puede fortalecer la selección de residuos en la fuente, recolección diferenciada y aprovechamiento de los mismos, por medio de la ruta selectiva, no sólo en establecimientos de frutas y verduras, sino también en otros establecimientos de comercio y zonas residenciales.

Referencias

Alonso, J. (Septiembre 30, 2020). América Latina y El Caribe pierden 220 millones de toneladas de alimentos al año. *dw.com.es*. <https://www.dw.com/es/am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe-pierden-220-millones-de-toneladas-de-alimentos-al-a%C3%B1o/a-55111025>

Albán, Á. B., Ramos, M., & Nuñez, M. A. (2010). Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta (UV-C). *Revista Tecnológica-ESPOL*, 23(2).

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Santa Fe de Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado el 4 de mayo de 2021, de https://www.uaesp.gov.co/images/Guía-UAESP_SR.pdf

Almanza Pérez, K. A., & Gutiérrez Roa, C. D. (2019). Alternativas de aprovechamiento y reutilización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el Barrio Laguneta, Bogotá.

Anaya, M. M. M., & Pechene, J. C. Q. (2017, August). Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia. In *Memorias de Congresos UTP* (pp. 194-201).

Barrenechea León, F., Campos Guere, Y. Y., Delgado Tincahuallpa, J., Jorge Huamali, C. K., & Lujan Alva, C. E. (2017). Elaboración y comercialización de pulpa de fruta congelada

Castro Guamán, J. O. (2021). Análisis del estado actual en el manejo de residuos sólidos en Antioquia (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

Cardona, C., Sánchez, Ó., Ramírez, J. & Alzate, L. (2004). Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado'. *Revista colombiana de biotecnología*, 6 (2), 78-89

CEPAL, N. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales.

Diario Gara (6 de febrero de 2014). La Transición De Dinamarca: De La Incineración Al Residuo Cero.

Departamento Nacional de Planeación. (28 de marzo de 2016). 'Colombianos botan 9,76 millones de toneladas de comida al año. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Colombianos-botan-9,76-millones-de-toneladas-de-comida-al-a%C3%B1o.aspx>.

García Figueroa, A., Ayala Aponte, A., & Sánchez Tamayo, M. I. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa.

García Rodríguez, F. H. (2021). Análisis de los procedimientos para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos respecto al plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS del municipio de Guaduas Cundinamarca.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo.

Lu, Q., Zhao, Y., Gao, X., Wu, J., Zhou, H., Tang, P., ... y Wei, Z. (2018). Efecto del regulador del ciclo del ácido tricarbóxico sobre la retención de carbono y la transformación de componentes orgánicos durante el compostaje de residuos alimentarios. *Tecnología de fuentes biológicas*, 256, 128-136.

Méndez Rivera, L. M. (2021). Potencialidad del tratamiento de residuos orgánicos como alternativa a la disposición final en Medellín

Mundial, C. D. S. A. (2014). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. Un informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición, Junio 2014. HLPE Informe (FAO) spa no. 8.

Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria.

Ortiz Guerrero, D. (2012). Alternativas de control para puntos críticos generadores de mermas en la sección fruver en los almacenes Alkosto de la ciudad de pasto.

Osorio, S. C. A., Castellanos, O. R., Romero, J. P. J., & Miranda, J. P. R. (2017). Comparación de la calidad del humus de material vegetal (de humedales artificiales) con el de residuos orgánicos domésticos. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 8(2), 191-200.

Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & bin Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of cleaner production*, 76, 106-115.

Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365(1554), 3065-3081.

PGIRS (2016-2027). Plan de gestión integral de residuos sólidos municipio de Marquetalia Caldas.

Salamanca Gutierrez, A. U. (2021). Evaluación y manejo sostenible de residuos sólidos orgánicos: caso de estudio Plaza de Mercado Llanoabastos SA Villavicencio Meta.

Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Buksti, M., Cseh, B., ... & Östergren, K. (2016). Estimates of European food waste levels. IVL Swedish Environmental Research Institute.

Cabello, G. C., Landeo, O. T., & Areche, F. O. (2020). Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú. *Ambiente y Desarrollo*, 24(46), 1-10.