

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



**“ELABORACIÓN DE UN COMPOST A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL MERCADO ZACAMIL, MEJICANOS”**

POR:

MANUEL DE JESÚS SERRANO QUINTANILLA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



INFORME FINAL DE PASANTÍA DE PRÁCTICA PROFESIONAL SOBRE:
“ELABORACIÓN DE UN COMPOST A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL MERCADO ZACAMIL, MEJICANOS”

COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
MANUEL DE JESÚS SERRANO QUINTANILLA

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA, 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO:

ING. MSC. EDGAR GEOVANY REYES MELGAR

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE**

ING. MSC. JOSE MAURICIO TEJADA ASECIO

ASESORES

ING. MSC. JOSE MAURICIO TEJADA ASECIO

DOCENTE ASESOR

ING. WILLIAN RENE HERNÁNDEZ ARÉVALO

ASESOR EXTERNO

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO

ING. AGR. JUAN GERARDO MARROQUÍN REINA

Dedicatoria

A Dios, con profunda reverencia y un corazón lleno de gratitud, te dedico este trabajo, fruto de mi esfuerzo y dedicación. En cada paso de este camino, he sentido tu presencia guía y protectora, iluminando mi mente y fortaleciendo mi espíritu. Que este trabajo sea un reflejo de tu grandeza y un tributo a tu infinita sabiduría.

A mis padres y hermanos, pilares fundamentales en mi vida, por su constante apoyo y aliento. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y la honestidad. Gracias por creer en mí y por siempre estar a mi lado.

A mi esposa, Sandra Yaneth Córdova de Serrano, en cada paso de este camino, has sido mi fuente de inspiración y el motor que me impulsa a seguir adelante. Gracias por tu infinito amor, tu comprensión inquebrantable y tu apoyo incondicional. Eres la mujer que llena mi vida de alegría, color y significado.

A mi hija, Alison Sofia Serrano Córdova, con inmensa ternura y orgullo, te dedico este trabajo, anhelando que sea un ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia para ti. Eres mi mayor fuente de inspiración, la luz que ilumina mi camino y la razón por la que cada día me levanto con renovadas energías.

A mi familia Quintanilla, por el apoyo brindado para culminar mis estudios les reconozco este triunfo, por estar siempre ahí para mí, para celebrar mis logros y ayudarme en los momentos difíciles.

A mi familia Córdova Marín, por todo el apoyo que he recibido y sigo recibiendo, este logro sin ustedes no se podría haber alcanzado, son un ejemplo para mí, gracias por ser parte de mi vida y por hacerla tan especial.

Agradecimientos

A Dios, por guiarme en todo el camino por darme la fortaleza y la sabiduría necesaria para tomar decisiones y enfrentar los retos de cada día, por la oportunidad y las bendiciones recibidas antes y durante mis estudios realizados para culminar con satisfacción una de las metas más importante de mi vida.

A la Universidad de El Salvador (UES), por brindarme la formación académica y el entorno adecuado para crecer como profesional. Agradezco a las autoridades universitarias, docentes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agronómicas por su constante apoyo y compromiso con la educación superior.

Al Distrito de Mejicanos Centro por permitirme realizar mi pasantía de práctica profesional y confiar en mis conocimientos teóricos y prácticos obtenidos a lo largo de mi carrera, además de formar parte de este gran equipo. Valoro la cultura de trabajo positiva y los valores que promueven.

Al Ing. MSc. José Mauricio Tejada Asencio, por ser mi tutor para este proceso y siempre estar a disposición ante cualquier consulta.

Al equipo de trabajo de la Unidad Ambiental, secretaria, Karla Samanta y los inspectores, Orlando Roque Ascencio y Luis Ernesto Lucero, quiero agradecer por su ayuda y apoyo en mi pasantía profesional realizada. Su colaboración fue invaluable para la finalización de este proceso.

ÍNDICE

Resumen.....	viii
1. Introducción.....	1
2. Información de unidades productivas.....	2
2.1. Datos generales.....	2
2.1.1. Localización.....	2
2.1.2. Antecedentes.....	3
2.1.3. Recursos.....	4
2.2. Actividades actuales.....	4
2.2.1. Producción principal y otras.....	4
2.2.2. Situación técnica.....	5
2.2.3. Situación administrativa.....	5
3. Análisis de la problemática en el sector.....	7
4. Metodología.....	8
4.1. Materiales y equipo.....	8
4.2. Metodología de campo.....	8
4.2.1. Charlas de concientización ambiental:.....	8
4.2.2. Establecimiento de compostera de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)	
9	
4.3. Metodología de laboratorio.....	12
4.3.1. Análisis físicos.....	12
4.3.2. Análisis químicos.....	12
4.3.3. Análisis e interpretación de resultados.....	12
5. Resultados y discusión.....	13
5.1. Charlas de educación ambiental.....	13
5.2. Parámetros físicos.....	15
5.2.1. Olor.....	15
5.2.2. Color.....	15

5.2.3.	Tamaño de partícula.....	16
5.2.4.	Humedad	17
5.2.5.	Temperatura	17
5.3.	Parámetros químicos.....	18
5.3.1.	Potencial Hidrógeno (pH).....	18
5.3.2.	Nitrógeno (N)	18
5.3.3.	Fósforo (P).....	19
5.3.4.	Potasio (K)	19
5.3.5.	Calcio (Ca).....	19
5.3.6.	Materia Orgánica (MO).....	20
5.3.7.	Cenizas.....	20
5.3.8.	Humedad en compost cosechado.....	20
5.4.	Rendimiento del compostaje	21
6.	Conclusiones.....	23
7.	Recomendaciones	24
8.	Bibliografía.....	25
9.	Anexos.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica de las oficinas de la Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos.....	2
Figura 2.	Ubicación geográfica del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) de Distrito de Mejicanos.....	2
Figura 3.	Charla de concientización ambiental impartida a estudiantes del Instituto Nacional Alberto Masferrer (INAM)	13
Figura 4.	Charla de concientización ambiental impartida a estudiantes del Complejo Educativo Republica del Perú	13
Figura 5.	Jornada de educación ambiental en colonia Buena Vista 1 y 2	14

Figura 6. Jornada de educación ambiental frente al Palacio Nacional del Distrito de Mejicanos.....	14
Figura 7. Muestras obtenidas del compost a diferentes profundidades (tamizadas)	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y equipo utilizados para la realización de la pasantía profesional	8
Tabla 2. Numero de charlas realizadas en institutos, complejos educativos, escuelas y comunidades del Distrito de Mejicanos	13
Tabla 3. Resultados obtenidos en la evaluación visual realizada en el módulo de compost a diferentes profundidades.....	15
Tabla 4. Resultados de los análisis obtenidos en el laboratorio de Química Agrícola de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)	18
Tabla 5. Contenido de nutrientes presentes en el abono orgánico de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, deben cumplir con el valor mínimo y máximo que se muestran.....	20
Tabla 6. Contraste de los resultados obtenidos en laboratorio	21
Tabla 7. Pesos obtenidos en la alimentación del módulo de compost utilizando el Método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura A - 1. Incorporación de materia orgánica y tierra al módulo de compost para acelerar el proceso de degradación	28
Figura A - 2. Caracterización del residuo orgánico generado en el mercado Zacamil	28
Figura A - 3. Proceso de tamizaje para cosecha de compost.....	29
Figura A - 4. Cosecha del módulo de compost, utilizando el método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)	29
Figura A - 5. Equipo utilizado para la medición de parámetros físicos	30
Figura A - 6. Evaluación de olor en muestra superficial de compost	30
Figura A - 7. Resultados de análisis de parámetros químicos	31

Resumen

La pasantía profesional se llevó a cabo en el Distrito de Mejicanos Centro desde el mes de julio de 2023 hasta febrero de 2024. El área designada para realizar la parte operativa de la pasantía profesional fue el Centro de Desarrollo Infantil (CDI), ahí se estableció el módulo de compost bajo Método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFCS).

Los residuos sólidos que se genera a diario en grandes cantidades en el Distrito de Mejicanos tienen un impacto negativo tanto en la sociedad como en el medio ambiente. Si no se gestiona de forma adecuada, puede provocar graves problemas que afectan a todos los niveles.

Los residuos sólidos contaminan el suelo, el agua y el aire. Los desechos tóxicos se filtran en el suelo y contaminan las aguas subterráneas, mientras que la quema de basura libera gases nocivos al aire. Esto daña los ecosistemas, afecta la vida silvestre y representa un riesgo para la salud humana. La descomposición de la materia orgánica en los vertederos produce metano, un potente gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global.

La acumulación de residuos sólidos atrae plagas y vectores de enfermedades, como mosquitos y ratas, que pueden transmitir enfermedades a las personas. Además, la exposición a los contaminantes de la basura puede provocar problemas respiratorios y otras enfermedades. La presencia de residuos sólidos en las comunidades genera un ambiente desagradable y antiestético, lo que afecta la calidad de vida de las personas. Las acciones generadas tienen un importante ahorro económico para el mismo derivado del transporte y gestión diaria de los residuos orgánicos, siempre y cuando esta práctica sea extendida a una cantidad considerable de ciudadanos/as.

Es por ello que esta pasantía se centra en el manejo adecuado de residuos orgánicos fomentando la elaboración de compostaje. Para ello se buscó la participación de los estudiantes de diversos centros educativos y comunidades del Distrito de Mejicanos, impartiendo charlas de concientización ambiental. Además, al compostaje se le realizó los análisis de parámetros físicos, los cuales fueron evaluados por medio de una inspección visual y los análisis de parámetros químicos, enviando muestras a un laboratorio acreditado para la obtención de resultados, y comparándolos a través de Normas Técnica Ecuatorianas (NTE INEN) y Normas Chilenas NCH 2880-2003.

1. Introducción

La separación de residuos producidos por diversas actividades ya sea agrícola, forestal, industrial o domestica ha sido concebido como un problema durante la actualidad y aún más si se busca realizarlo a grandes volúmenes.

Los residuos sólidos se consideran uno de los problemas ambientales más grandes de nuestra sociedad. La población y el consumo per cápita crece, la acumulación de desechos sólidos, puede causar más de 40 enfermedades, desde un simple dolor de estómago hasta infecciones severas que podrían ocasionar la muerte como la hepatitis, la tuberculosis, el cólera, entre otras. Además, la basura obstruye el flujo natural del agua, lo que provoca inundaciones, erosión y pérdida de suelos fértiles. La contaminación del agua, el aire y el suelo, así como el deterioro del paisaje, son otras graves consecuencias del mal manejo de los desechos sólidos (CESTA s.f.).

El traslado de los desechos sólidos es una actividad que incurre en elevados costos, además se enfrenta con la limitante del hábito cultural de separar desperdicios orgánicos de los plásticos y el reciclar los desperdicios para reducir los volúmenes de desechos en forma de “basura” es poco o escaso.

Por lo tanto, este trabajo buscara darle un manejo apropiado a los residuos orgánicos que se generan en el mercado Zacamil, con el fin de disminuir las cantidades de residuos que terminan en vertederos, disminuyendo los costos asociados a la recolección, transporte y disposición final de los desechos. Utilizando el método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC), el cual utiliza materiales de fácil acceso (paja, aserrín y/o podas picadas) para crear un ambiente con altas temperaturas (termófilo), circulación de aire (aeróbico) e inodoro para transformar los desechos en fertilizante. En otras palabras, el compostaje implica calor, oxígeno y no desprende olor. Es un método ideal tanto a escala doméstica como institucional y corporativa (CEPAGRO s.f.).

El compost se convierte en una fuente de ingresos al ser utilizado como abono orgánico para la agricultura, huertos urbanos y huertos escolares. Esto promueve la economía circular y crea oportunidades de negocio.

2. Información de unidades productivas

2.1. Datos generales

2.1.1. Localización

La pasantía profesional se llevó a cabo en la oficina de la Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos que se encuentra localizada en Final av. Juan Aberle, entre 1era. y 2da. calle oriente, Mejicanos, San Salvador. Con las coordenadas geográficas $13^{\circ}43'21''N$ y $89^{\circ}11'14''W$, a una elevación de 646 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1. Ubicación geográfica de las oficinas de la Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos

Fuente: Google Earth, 2024

La ejecución del proyecto se desarrolló en las instalaciones del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) que se encuentra localizada en calle Zacamil, atrás del Mercado Zacamil. Con las coordenadas geográficas $13^{\circ}43'38''N$ y $89^{\circ}12'11''W$ a una elevación de 690 metros sobre el nivel del mar.

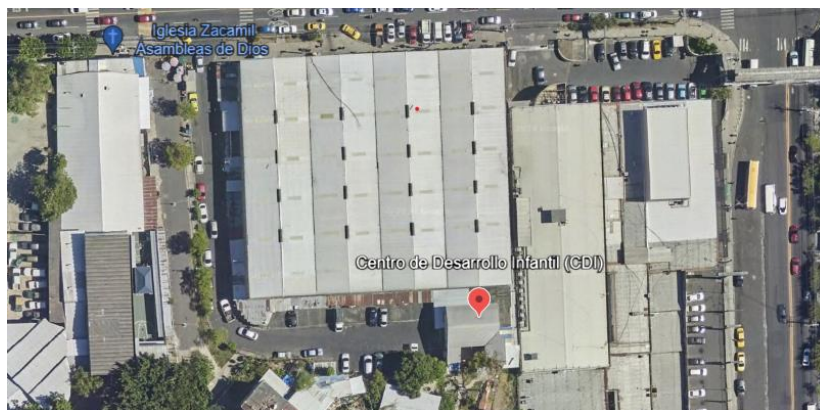


Figura 2. Ubicación geográfica del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) de Distrito de Mejicanos

Fuente: Google Earth, 2024

2.1.2. Antecedentes

La Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos se ha establecido como una respuesta a la creciente necesidad de abordar los problemas ambientales derivados del desarrollo urbano, la expansión industrial y los cambios demográficos.

Durante la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI, Mejicanos experimentó un rápido crecimiento urbano debido a su proximidad con San Salvador. Este crecimiento trajo consigo una serie de desafíos ambientales, tales como la deforestación, la contaminación del aire y del agua, la acumulación de residuos sólidos, y la degradación de espacios naturales.

El desarrollo de políticas ambientales a nivel nacional también influyó en la creación de unidades ambientales en los municipios. La Ley del Medio Ambiente de El Salvador, promulgada en 1998, y otras normativas nacionales subrayaron la importancia de la gestión ambiental a nivel local. Estas leyes establecieron el marco para que los municipios implementaran programas y proyectos destinados a proteger el medio ambiente.

En respuesta a estos desafíos y al marco legislativo nacional, El Distrito de Mejicanos decidió crear la Unidad Ambiental. Esta decisión se basó en la necesidad de tener un equipo especializado que pudiera abordar de manera integral los problemas ambientales del distrito.

Dentro de sus funciones principales designadas a la Unidad Ambiental están contempladas: gestionar ante organismos nacionales como internaciones la ejecución de proyectos, promover las iniciativas que tiendan a rehabilitar y preservar el ambiente del municipio, sobre todo en áreas vulnerables y en deterioro. Promover la formulación de ordenanzas municipales para contribuir al mejoramiento ambiental, emitir opiniones calificadas en foros y eventos sobre los problemas ambientales, proponer acciones para el resguardo de los recursos naturales.

Representar al Distrito de Mejicanos Centro en los distintos comités técnicos en relación a medio ambiente. darle seguimiento al Plan Operativo Anual (POA). Brindar asistencia técnica en las áreas de: ordenanzas y legislación ambiental de recursos forestales, desechos, contaminación y gestión ambiental territorial (Alcaldía Municipal de Mejicanos 2021).

2.1.3. Recursos

2.1.3.1. Naturales

El Distrito de Mejicanos puso a disposición una parte de la zona verde del Centro de Desarrollo Infantil (CDI), para el establecimiento del módulo de compost de esta manera desarrollar la pasantía profesional.

2.1.3.2. Instalaciones y equipo

Instalaciones: Se contó con el apoyo de la oficina de la Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos y las instalaciones del Centro de Desarrollo Infantil (CDI).

Equipo: Uso de automóviles que tiene a disposición el Distrito de Mejicanos, así como el uso de palas dúplex, azadones, barras, piocha, cumas, martillos, cinta métrica, celular, computadora, impresora.

2.1.3.3. Humanos

Ing. Willian Rene Hernández Arévalo, quien es encargado de Distrito de Mejicanos Centro y tiene a su cargo la Unidad Ambiental, es el asesor externo que ha dado el apoyo incondicional a lo largo de la pasantía profesional.

Inspectores de la Unidad Ambiental del Distrito de Mejicanos, Orlando Roque Ascencio y Luis Ernesto Lucero.

Ing. Agr. Msc. José Mauricio Tejada Ascencio, jefe del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, siendo el asesor interno que ha estado pendiente de todo el proceso de la pasantía profesional.

2.2. Actividades actuales

2.2.1. Producción principal y otras

En la actualidad el Distrito de Mejicanos se enfocan en diversos aspectos para el bienestar de sus residentes. Una de las principales preocupaciones es la recolección de basura, un tema crítico debido a problemas logísticos y administrativos.

Además, el Distrito de Mejicanos organiza y celebra actividades comunitarias y culturales, como las fiestas patronales en honor a la Virgen de la Asunción, que incluyen desfiles, música, y eventos recreativos y religiosos para los habitantes del municipio (Colocho 2022)

Estas actividades no solo promueven la cohesión social, sino que también ayudan a mantener vivas las tradiciones culturales de la comunidad.

Mientras la recolección de basura sigue siendo un desafío significativo, el Distrito de Mejicanos también se dedica a fomentar la cultura y la participación comunitaria a través de eventos festivos y celebraciones.

2.2.2. Situación técnica

La situación técnica del Distrito de Mejicanos enfrenta varios desafíos y desarrollos recientes en diversas áreas:

Gestión de Residuos Sólidos: Mejicanos ha enfrentado una crisis de recolección de residuos sólidos debido a la falta de camiones recolectores y problemas con el contrato del relleno sanitario. A principios de junio de 2024, la empresa Pronobis S.A. de C.V. cerró su relleno sanitario al municipio por impago, lo que llevó a una acumulación significativa de residuos. Aunque la situación se ha normalizado en gran medida, sigue existiendo preocupación por la sostenibilidad a largo plazo del sistema de recolección de basura (López Vides 2023).

Infraestructura y Espacio Público: se están llevando a cabo operativos para liberar la vía pública de obstáculos que afectan el paso peatonal y vehicular. Estas acciones están enmarcadas en el Plan San Salvador Centro Ordenado y Seguro y buscan mejorar la convivencia ciudadana.

Proyectos Sociales: se construyó el Centro Urbano de Bienestar y Oportunidades (CUBO) en el Reparto Santa Lucía. Este proyecto es parte de una estrategia de seguridad y bienestar social que busca proporcionar oportunidades a los jóvenes y prevenir la violencia. Este centro es una de las múltiples iniciativas impulsadas para mejorar la calidad de vida y fortalecer el tejido social en comunidades vulnerables (CUBO s.f.).

Estos elementos reflejan tanto los retos como los esfuerzos en curso para mejorar la infraestructura, la gestión de residuos y la cohesión social en Mejicanos.

2.2.3. Situación administrativa

Recientemente, se han realizado esfuerzos para mejorar la infraestructura y servicios en el distrito. Inaugurando el Polideportivo Bernal y se habilitó nuevas oficinas Distritales, lo que ahorrará costos de alquiler y proporciona un espacio para actividades comunitarias.

También se han llevado a cabo operativos para liberar la vía pública de obstáculos, mejorando así la convivencia ciudadana y el orden en el distrito. Aunque la administración de Mejicanos enfrenta desafíos se están realizando esfuerzos para mejorar la

infraestructura y los servicios comunitarios, destacando la necesidad de mayor transparencia y estabilidad en su gestión (Alcaldía Municipal de San Salvador 2024).

3. Análisis de la problemática en el sector

El problema de los residuos sólidos y su eliminación se ha convertido en un tema crucial a nivel nacional ya que los residuos que generamos, además de ocasionar un gasto social y económico importante a los gobiernos, tienen un alto costo ambiental para toda la población y el planeta. Por una parte, puede afectar la salud, en forma de enfermedades; o puede también tener efectos perjudiciales al medio ambiente: en lo estético de las ciudades, los paisajes naturales y en sus especies, además en la contaminación del agua, suelo y aire. Todo esto afecta nuestra calidad de vida (VOLTA 2019).

En nuestro país, la población en general no presenta una cultura de interés en el destino de los residuos, la mayor preocupación es la necesidad de contar con un servicio de recolección de los mismos. Una vez que fueron retirados de la vista de los generadores, para muchos ya está resuelto el problema (UNMDP 2016).

Se estima que la humanidad genera anualmente 2,240 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos. Gran parte de estos residuos son residuos orgánicos, esto es, que tienen la propiedad de desintegrarse rápidamente, transformándose en materia orgánica. Separar estos residuos de otros tipos de residuos sólidos, permite aprovecharlos mitigando así su contribución a la triple crisis planetaria (PNUD 2023).

El mercado Zacamil, es considerado uno de los mercados de Mejicanos que recibe más afluencia de personas dada la magnitud en tamaño, generando una cantidad de desechos orgánicos considerable. Actualmente más de la mitad de la materia orgánica de los residuos municipales se desaprovecha y van a vertederos, una de las formas más eficaces de utilizar los desechos orgánicos es el reciclaje a través del compostaje.

Transformando los desperdicios en compost podemos devolver valiosos nutrientes al suelo mientras reducimos y reutilizamos los residuos producidos. El compostaje es el proceso natural de putrefacción o descomposición de la materia orgánica, como residuos, desechos animales y restos de alimentos por los microorganismos, en condiciones controladas (FAO 2015).

Fomentar la elaboración de compostaje en el Distrito de Mejicanos Centro, supone un importante ahorro económico para el mismo derivado del transporte y gestión diaria de los residuos orgánicos, siempre y cuando esta práctica sea extendida a una cantidad considerable de ciudadanos/as.

4. Metodología

4.1. Materiales y equipo

Tabla 1. Materiales y equipo utilizados para la realización de la pasantía profesional

Materiales	Cantidad	Equipo	Cantidad
Tubo de PVC de 2 pulgadas	1 u	Fieldscout	1 u
Carpeta plástica	3 m.	Azadón	1 u
Grava	4 cubetas	Pala	1 u
Malla de gallinero	8 m.	Corbo	1 u
Tarimas	4 u	Pala dúplex	1 u
Bidón plástico	1 u	Pesa analítica	1 u
Postes de árbol	6 u	Pesa de mano	1 u
Pita de albañil	1 u	Computadora	1 u
Zacate seco		Cinta métrica	1 u

4.2. Metodología de campo

4.2.1. Charlas de concientización ambiental:

Se programaron charlas de concientización ambiental y capacitaciones en los centros educativos pertenecientes al Distrito de Mejicanos esto como parte de la importancia de la educación ambiental desde edades tempranas y de esta manera involucrar a estudiantes, padres y la comunidad en proyectos ambientales.

Los temas que se abordaban eran los siguientes:

- Cambio climático
- Las 4 R (recuperar, reciclar, reutilizar y reducir)
- Agricultura orgánica
- Compostaje
- Economía circular

La creación y ejecución de charlas de concientización ambiental requieren una metodología bien definida para asegurar su efectividad. A continuación, presento los lineamientos seguidos para abordaje de las charlas:

4.2.1.1. Diagnóstico Inicial

- Identificación del público objetivo: Se determina quiénes son los participantes (niños, jóvenes, adultos, comunidades específicas, empleados de una empresa, etc.).

- Análisis de necesidades: se identificaron las principales preocupaciones ambientales y los niveles de conocimiento del público objetivo.

4.2.1.2. **Planificación**

- Definición de objetivos: se establecieron metas claras y alcanzables. Entre ellas, aumentar el conocimiento sobre el reciclaje, fomentar la reducción del uso de plásticos, compostaje, etc.
- Elaboración del contenido: se creó un contenido relevante y adaptado al público objetivo. Incluye información sobre problemas ambientales locales y globales, posibles soluciones y acciones prácticas que los participantes pueden tomar.

4.2.1.3. **Implementación**

- Métodos participativos: se utiliza técnicas interactivas como debates, talleres prácticos, juegos educativos y actividades de grupo para mantener el interés y fomentar la participación activa.
- Uso de tecnologías: se incorporaron herramientas digitales como presentaciones multimedia, aplicaciones móviles, etc.

4.2.1.4. **Seguimiento**

- Apoyo continuo: se proporcionó recursos y apoyo continuo a los participantes para que puedan seguir aplicando lo aprendido.

4.2.2. **Establecimiento de compostera de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)**

Selección del sitio: la construcción del módulo fue realizada en la zona verde del Centro de Desarrollo Infantil (CDI) ubicándose bajo la sombra, evitando presencia de rocas y con una pendiente máxima del 3%.

Medición del rectángulo: con una cinta métrica se marcaron los puntos con una distancia de 1 metro por 2 metros colocando estacas en las esquinas.

Nivelación del rectángulo: se colocó una pita de albañil en una de las estacas a una altura de 5 a 10 centímetros y con el nivel de albañil, se continuó uniéndolas con las otras estacas.

Desnivel transversal: se colocaron dos estacas en la parte media y se bajó la altura de la pita en 1 a 3 centímetros, de esta manera se dio forma al piso hasta observar el sentido que tendrá el flujo de los lixiviados, observando que quedará pasado al drenaje en unos 50 cm.

Ubicación de postes: con una pala dúplex se abrieron hoyos a unos 40 a 60 centímetros de profundidad, colocando los postes tomados de árboles de san Andrés y apasionándolos fuertemente.

Colocación de la carpeta plástica: se colocó de manera que cubra completamente la superficie del suelo, así evitado que el lixiviado llegue al manto friático, se colocó un tubo de PVC de 2 pulgadas previamente perforado, a 10 centímetros entre perforación, en sentido a la pendiente longitudinal. Se colocó la grava de manera uniforme cubriendo el tubo y la carpeta, de esta forma se generó una capa de grava con un grosor de 5 cm aproximadamente.

Cubierta aislante: se colocó una capa de zacate, seco y grueso, a fin de aislar el contacto con la primera capa de material orgánico, de esta manera se evitan malos olores y se mantiene libre de vectores que pueden llegar a perjudicar el compost.

Colocación de la malla de gallinero: utilizando grapas se procedió a la instalación de la malla de gallinero esto con el fin de no perder la estructura del compost. Por las lluvias se decidió colocar techo al módulo de compost con una carpeta y teniendo el cuidado de generar una pendiente, permitiendo al agua lluvia correr. Finalizando se realizó un agujero con la pala duplex en donde se colocó el depósito que fue el receptor de los lixiviados en la compostera, dicho depósito se perforó a un costado para ser acoplado al tubo de drenaje.

La mayor parte de material utilizado para el establecimiento del módulo de compost fue material reciclado, de esta manera se les dio un segundo uso.

4.2.2.1. Alimentación de módulo de compost

Pesaje: se realizaba un pesaje tanto de los residuos orgánicos, como de la tierra y otros insumos que formarían parte de las capas en el módulo de compost.

Caracterización de residuos orgánicos: entre los residuos orgánicos generados por los comerciantes estaban: hoja de repollo, hoja de lechuga, hoja de cebolla, cáscara de zanahoria, cáscara de guisquil, cáscara de sandía, cáscara de melón, cáscara de piña, cáscara de papaya, diversidad de frutas con daños físicos (golpes, laceraciones, afectaciones por plagas), chipilín, mora, espinaca, garbanzos y restos de brócoli, coliflor, entre otros.

Reducción de tamaño del residuo orgánico: se realizaba un picado previo a la alimentación de compost, con el fin de reducir el tamaño del residuo orgánico esto con el fin de acelerar el proceso de descomposición.

Alimentación: al momento de alimentar el compost se cubría con zacate seco las paredes del módulo esto con el fin de evitar entrada de vectores y salida de malos olores que podrían ser perjudiciales para el producto final. Se realizaron 3 alimentaciones, cada capa del módulo de compost inicia con materia orgánica, tierra, repitiéndose el proceso (realizando una excepción en la tercera alimentación donde se agregó granza para mejorar la estructura del compostaje)

Es oportuno mencionar que los residuos orgánicos obtenidos para la alimentación del compost eran de 6 locales de frutas y verduras del mercado Zacamil, el mercado cuenta con 45 locales dedicados a la comercialización de frutas verduras y las cantidades de residuo orgánico generado son considerables.

4.2.2.2. **Evaluación visual de compostaje**

Se realizó una evaluación visual para conocer el avance de la descomposición del compostaje, este era un indicador que determinaría si estaba apto para cosecha y avanzar en la toma de muestras para realizar los análisis químicos, las características evaluadas fueron: olor, color, tamaño de partícula, nivel de degradación de los componentes y humedad al tacto.

4.2.2.3. **Recolección de muestras**

En el proceso de cosecha del compost se seleccionó el material tamizado para la toma de muestras que sería utilizado en los análisis químicos, se obtuvieron 3 sacos de material fino y 3 sacos de material grueso.

- **Extracción de muestra:** Con un palín se procedió a extraer una muestra, repitiendo este proceso en cada saco de material fino
- **Pesaje de muestra:** Cada muestra obtenida de los sacos se pesaba y se verificaba que este presentara un peso de 2 libras y media.
- **Homogenización de muestras:** En una bolsa de 12 lb se procedió a mezclar las muestras recolectadas para homogenizarlas y de esta manera ser enviadas al laboratorio para el respectivo análisis químico.

4.3. Metodología de laboratorio

4.3.1. Análisis físicos

4.3.1.1. Muestreo de parámetros físicos (humedad y temperatura)

Para obtener los resultados de humedad y temperatura del módulo de compost se utilizó el equipo Fildscout, solicitando el préstamo del equipo al Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Se realizaron dos mediciones por la tarde en todo el proceso de compostaje.

- Se seleccionó un lugar del módulo de compost.
- Se realizó un agujero aproximadamente de unos 10 a 5 cm de profundidad donde se colocó el sensor.
- Se realizó una espera de aproximadamente 15 minutos para tener una lectura lo más precisa posible.

4.3.2. Análisis químicos

La muestra debidamente identificada fue llevada al laboratorio para ser analizados en los parámetros nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, humedad, cenizas, materia orgánica y pH.

Se realizaron análisis de ocho parámetros químicos con su respectiva metodología, los cuales se detallan a continuación:

- Nitrógeno total, bajo el método de Kjeldahl.
- Fósforo, se empleó el método de espectrofotometría.
- Potasio, se empleó bajo el método de absorción atómica.
- Calcio, bajo el método de absorción atómica.
- Humedad, se realizó el método de secado a 105°C.
- Cenizas, bajo el método de incineración a 600°C¹.
- Materia orgánica se realizó bajo el cálculo.
- pH, se realizó bajo el método potenciométrico.

4.3.3. Análisis e interpretación de resultados

Para los análisis realizados se utilizó el método descriptivo, debido que los resultados obtenidos en los análisis químicos fueron comparados a través de Normas Técnica Ecuatorianas (NTE INEN) y Normas Chilenas NCH 2880-2003.

5. Resultados y discusión

5.1. Charlas de educación ambiental

Las charlas de educación ambiental se dividieron en dos, las que eran impartidas en las diferentes escuelas del Distrito de Mejicanos y las que se impartieron en las comunidades del Distrito de Mejicanos.

Tabla 2. Numero de charlas realizadas en institutos, complejos educativos, escuelas y comunidades del Distrito de Mejicanos

Centros educativos		Comunidades	
Mes	Numero de charlas realizadas	Mes	Numero de charlas realizadas
Julio	1	Julio	3
Agosto	3	Agosto	1
Septiembre	—	Septiembre	3



Figura 3. Charla de concientización ambiental impartida a estudiantes del Instituto Nacional Alberto Masferrer (INAM)



Figura 4. Charla de concientización ambiental impartida a estudiantes del Complejo Educativo Republica del Perú



Figura 5. Jornada de educación ambiental en colonia Buena Vista 1 y 2



Figura 6. Jornada de educación ambiental frente al Palacio Nacional del Distrito de Mejicanos

Debido que las instituciones educativas dieron por finalizado su año lectivo, no se logró dar continuidad a las charlas de concientización ambiental programadas en los institutos, complejos educativos y escuelas del Distrito de Mejicanos, por atender otras actividades en la Unidad Ambiental de Mejicanos, no se programaron jornadas de educación ambiental en las comunidades en los meses posteriores.

5.2. Parámetros físicos

Se proporcionó un marco detallado y práctico para la evaluación y control de los parámetros físicos en el compostaje, con el fin de optimizar el proceso y asegurar la producción de compost de alta calidad.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la evaluación visual realizada en el módulo de compost a diferentes profundidades

Mx1= muestra superficial de compost		Mx2= muestra central del compost		Mx3= muestra final del compost	
Característica	Resultado	Característica	Resultado	Característica	Resultado
Olor	A tierra húmeda o a bosque	Olor	A tierra húmeda o a bosque	Olor	A tierra húmeda o a bosque
Color	Negro	Color	Negro	Color	Negro
Tamaño de partícula	< a 6 mm	Tamaño de partícula	< a 6 mm	Tamaño de partícula	< a 6 mm
Nivel de degradación de los componentes	Altamente degradado, se encontró residuos de granza	Nivel de degradación de los componentes	Altamente degradado, se encontró residuos de granza	Nivel de degradación de los componentes	Altamente degradado, se encontró residuos de fibra de tuza de elote
Humedad al tacto	Levemente húmedo	Humedad al tacto	Levemente húmedo	Humedad al tacto	Levemente húmedo
Peso de Mx tamizado	347 g	Peso de Mx tamizado	245 g	Peso de Mx tamizado	358 g

5.2.1. Olor

Con la inspección visual se determinó que el olor que predominaba en el compostaje a diferentes profundidades, fue a tierra húmeda o a bosque

Los abonos orgánicos no deben registrar presencia de malos olores. Según Ava (2007), Después de 6 a 12 meses, el compost adquiere la apariencia de tierra, con olor agradable. Un compost con olores extraños, desagradables y fuertes indican un fallo en el proceso de descomposición.

5.2.2. Color

Con la inspección visual se determinó que el color que predominaba en el compostaje a diferentes profundidades, este fue el negro.

Según SCCS (2009), el color negro de un suelo constituye un indicador de su fertilidad. Se busca crear conciencia de que los suelos portadores de tonalidades diferentes al pardo o negro, no son necesariamente de mala calidad, puesto que la fertilidad del suelo involucra un conjunto de características físicas, químicas y biológicas, que requieren más que de un análisis visual, un análisis de tipo cuantitativo para su evaluación. Comparando el resultado con el autor citado el compost se valora como un compost de buena fertilidad.

5.2.3. Tamaño de partícula

El tamaño de la partícula obtenida en el módulo de compostaje fue menor a 6 mm en muestras tomadas de 454 g.

Según MAA (2020), el tamaño de partícula adecuado va de 3 a 5 cm, si el tamaño es mayor disminuye la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica.



Figura 7. Muestras obtenidas del compost a diferentes profundidades (tamizadas)

5.2.4. Humedad

Según los datos obtenidos por medio del equipo Fieldscout la humedad al final del proceso en la compostera era de 27.6 %WC y un valor de conductividad eléctrica de 00.09 mS. Debido que, el compost se encontraba en la fase final del proceso y pronto hacer cosechado los niveles de humedad estaban por debajo de los establecidos.

El compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de deshecho de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso (Bueno Márquez *et al.* 2013).

5.2.5. Temperatura

Según los datos obtenidos por medio del equipo Fieldscout la temperatura al final del proceso en la compostera era de 25 °C.

Según Bueno Márquez *et al.* (2013), la evolución de la temperatura se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. Asimismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta.

A veces la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos, conociéndose este fenómeno como suicidio microbiano. Se observan tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial (T45 °C); y fase mesófila final, considerándose finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial.

La temperatura de la compostera estaba por debajo de lo indicado por el autor, pero esto es debido que, el módulo estaba sellado, al no existir alimentación se deja de producir calor siendo normal en esa etapa del proceso de compostaje.

5.3. Parámetros químicos

Tabla 4. Resultados de los análisis obtenidos en el laboratorio de Química Agrícola de Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)

Análisis	Base húmeda	Unidades	Metodología
Nitrógeno total	1.10	g/100 g de muestra	Método de Kjeldahl
Fosforo	1.51	g/100 g de muestra	Espectrofotometría visible
Potasio	0.91	g/100 g de muestra	Método de absorción atómica
Calcio	5.97	g/100 g de muestra	Método de absorción atómica
Humedad	19.20	g/100 g de muestra	Secado a 105 °C
Cenizas	79.20	g/100 g de muestra	Incinerado a 600 °C
Materia orgánica	1.60	g/100 g de muestra	Calculo
pH	7.72		Método de potenciómetro

5.3.1. Potencial Hidrógeno (pH)

Según el resultado del análisis de la muestra en laboratorio se reportó un pH de 7.72, siendo un indicador de un pH ligeramente básico. Según Román *et al.* (2013), menciona que el pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6.0 - 7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5.5-8.0. El rango ideal es de 5.8 a 7.2.

5.3.2. Nitrógeno (N)

Basado en los resultados se puede observar el nitrógeno con un valor de 1.10% por lo tanto está dentro del rango óptimo de acuerdo a las Normas Técnicas Ecuatorianas ya que este no debe de ser menor del 0.3% ni mayor a 1.5%.

Según Márquez *et al.* (s.f.) el nitrógeno es un elemento esencial para la reproducción celular debido a la naturaleza proteica del protoplasma; se ha demostrado que la calidad de un compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de N.

Según Soliva y López (2004), el contenido de nitrógeno orgánico es un parámetro que se valora mucho al aplicar el compost en agricultura, desde diferentes puntos de vista: el económico, el energético y el ecológico. Es discutible si es un parámetro al que se le deba exigir un contenido mínimo ya que depende del tipo de materiales que se composten; pero si se están compostando materiales ricos en nitrógeno deberá controlarse a lo largo del proceso porque su pérdida indica un mal manejo del compostaje.

5.3.3. Fósforo (P)

La cantidad de fósforo presente en el compost fue de 1.51%, valor que no se encuentra dentro del rango establecido por las Normas Técnicas Ecuatorianas (0.1 a 1%); no así según Paul y Clark (1996) quienes determinaron que el rango óptimo de fósforo para compost es de 0.15 a 1.5%, esta aceptable dentro del rango. Los niveles de fósforo en el compost están determinados por la calidad y tipo de materias primas utilizadas, asimismo por la cantidad de fibra y capacidad de descomposición que esta tenga.

5.3.4. Potasio (K)

El nivel de potasio encontrado fue de 0.91%, siendo un valor que se encuentra dentro del rango determinado por las Normas Técnicas Ecuatorianas que señalan que los niveles deben ser de 0.1 a 1%. Además, MAA (2020) añade que el potasio, K (1%-4% del extracto seco de la planta) juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. Las plantas bien provistas con potasio sufren menos de enfermedades, además, favorece la concentración de azúcares en los frutos.

5.3.5. Calcio (Ca)

Según los resultados del calcio se encuentra dentro del rango descrito, con un valor de 5.97%, según las Normas Técnicas Ecuatorianas en donde establecieron el rango de 2 a 6%. A pesar de no haber utilizado materiales ricos en calcio en la alimentación del compost, este obtuvo resultados aceptables al estar dentro del rango ideal. Esto se debe a los residuos vegetales utilizados en el proceso de compostaje con alto contenido de calcio como lo son: la espinaca el brócoli y otras verduras de hojas verdes.

En esta tabla se comparan los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio con los parámetros más relevantes que debe contener un compost según (MAA 2020).

Tabla 5. Contenido de nutrientes presentes en el abono orgánico de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, deben cumplir con el valor mínimo y máximo que se muestran.

Elemento	Valor mínimo (%)	Valor máximo (%)	Método de ensayo	Valor del compost cosechado (%)
Nitrógeno	0.3	1.5	NTEINEN 2025	1.10
Fosforo	0.1	1	NTEINEN 0233	1.51
Potasio	0.3	1	NTEINEN 0240	0.91
Calcio	2	6	NTEINEN 0238	5.97

Fuente: MAA 2020

5.3.6. Materia Orgánica (MO)

El porcentaje de materia orgánica calculado en la muestra de compost fue de 1.60%. Este resultado se debe a que, al recolectar la muestra, después de haber realizado la cosecha del módulo de compost, se seleccionó únicamente material fino, donde la cantidad de materia orgánica eran mínimas e incluso escasa, a diferencia del material grueso, el cual contenía altas cantidades de materia orgánica. Por lo tanto, este factor influyó en el valor obtenido. Según PAE (s.f.), la materia orgánica es un elemento imprescindible para fortalecer la vitalidad de los suelos agrícolas. El compostaje de materiales orgánicos, ya sea realizado de forma artesanal o más mecanizado, constituye una vía idónea para aportar materia orgánica en los suelos agrícolas.

5.3.7. Cenizas

Los resultados obtenidos en ceniza obtenidos en el compost fueron de 79.20%, según Rancho Kiaora (2023), la ceniza aporta otros micro nutrientes también como lo son el hierro, magnesio, boro, cobre, zinc y calcio. Además, el pH de la ceniza es alcalino, compensando la acides que se genera en los procesos de compostaje con alto contenido de nitrógeno.

5.3.8. Humedad en compost cosechado

Los resultados indican que el nivel de humedad en el compost cosechado es del 19.20%. Este porcentaje de humedad es favorable, ya que una menor humedad facilita el manejo del compost posterior a la cosecha. Con un contenido de humedad más bajo, las tareas de carga, transporte y aplicación se vuelven más eficientes y menos laboriosas. Es importante mantener un equilibrio adecuado de humedad para asegurar tanto la eficiencia en el manejo como la efectividad del compost en su aplicación.

En esta tabla se comparan los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio con los parámetros más importantes según CMA (s.f.).

Tabla 6. Contraste de los resultados obtenidos en laboratorio

Parámetros	Resultados	Rangos de parámetros más significativo para compost según CMA
Materia orgánica	1.60	35 – 40%
Humedad	27.6	30 – 40 %
pH	7.72	7 – 7.5
Fosforo	1.51	1 – 2%
Potasio	0.91	0.2 – 0.8%
Calcio	5.97	6 – 15%
Nitrógeno	1.10	1.5 – 2.5%

Fuente: CMA s.f.

5.4. Rendimiento del compostaje

Tabla 7. Pesos obtenidos en la alimentación del módulo de compost utilizando el Método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)

Capas realizadas en cada alimentación	Peso de residuo orgánico (P.R.O)	Peso de la tierra húmeda (P.T.H)	Peso de la granza (P.G)
1° alimentación			
1° capa	75 lb	78 lb	----
2° alimentación			
1° capa	76 lb	78 lb	----
2° capa	118 lb	78 lb	----
3° capa	116 lb	78 lb	----
3° alimentación (sellado)			
1° capa	90 lb	78 lb	16 lb
2° capa	90 lb	78 lb	16 lb
Total	565 lb	468 lb	32 lb

3 sacos de compost con material fino (Cf) de 90 lb cada uno = 270 lb

3 sacos de compost con material grueso (Cg) de 50 lb cada uno = 150 lb

$$PCc = Cf + Cg$$

$$PCc = 270 \text{ lb} + 150 \text{ lb}$$

$$PCc = 420 \text{ lb de compost cosechado}$$

Peso total al sellado de compost= 1065 lb, es decir que se necesitan 1065 lb de material orgánico, tierra, etc. **Para obtener 420 lb de compost maduro**

$$1065 \text{ lb de materiales} \text{-----} 100\%$$

$$420 \text{ lb de compost maduro} \text{-----} \mathbf{X = 39.4\%}$$

Existe una reducción de volumen del 60% aproximadamente, esto se debe en gran parte a las transformaciones químicas que se generan durante la transformación biológica de la materia orgánica.

6. Conclusiones

La elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos del Mercado Zacamil es viable y ambientalmente beneficiosa. Permite reducir significativamente la cantidad de residuos sólidos urbanos que se destinan a los vertederos, disminuyendo así la contaminación ambiental. El compost producido es un abono orgánico rico en nutrientes que puede ser utilizado para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los huertos escolares del Distrito de Mejicanos Centro.

La elaboración de compost puede generar ahorros económicos significativos para el Distrito de Mejicanos, al reducir los costos de disposición final de los residuos orgánicos. La venta del compost producido puede generar ingresos adicionales para el Distrito de Mejicanos o para la comunidad local, además de fomentar la educación ambiental y la conciencia sobre la importancia del reciclaje y la reutilización de los residuos.

El valor del nitrógeno en el compost cosechado se encuentra dentro del rango recomendado, con un 1.10% que está por encima del valor mínimo (0.3%) y por debajo del valor máximo (1.5%). El valor del fósforo en el compost cosechado (1.51%) supera el valor máximo recomendado (1%). El valor del potasio en el compost cosechado (0.91%) se encuentra en el rango recomendado (0.3-1%). El valor del calcio en el compost cosechado (5.97%) se encuentra dentro del rango recomendado (2-6%). El producto final del proceso de compostaje, es un material rico en nutrientes que aporta diversos beneficios al suelo y a las plantas. La presencia de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, y de micronutrientes como calcio lo convierte en un abono orgánico valioso para la agricultura sostenible.

El olor del compost es a tierra húmeda o a bosque indica que el compost está en un estado avanzado de degradación o que es un buen signo de un proceso de compostaje bien manejado. El color negro del compost es un indicativo de un compost altamente degradado y rico en materia orgánica. El tamaño de partícula menor a 6 mm facilita la aplicación del compost al suelo y mejora su integración. La presencia de granza y tuza de elote indica que todavía hay una pequeña cantidad de material no completamente degradados, pero estos fueron agregados para mejorar la estructura del compost al momento de la cosecha.

7. Recomendaciones

Es fundamental continuar con las charlas de educación ambiental en centros educativos y comunidades del Distrito de Mejicanos, para enfrentar los desafíos ambientales actuales, promover el desarrollo sostenible, mejorar la calidad de vida, fortalecer la ciudadanía y crear un futuro sostenible.

Implementar programas de separación en origen, donde los vendedores del mercado Zacamil separen los residuos orgánicos de los inorgánicos. Además, proveer contenedores diferenciados para facilitar esta separación y realizar campañas de concientización para educar a los vendedores sobre la importancia de separar correctamente los residuos y los beneficios del compostaje.

La mejor época para realizar compostaje es la época seca, debido que, la lluvia retrasa el proceso de degradación de los materiales, si se realiza compostaje en época lluviosa se sugiere la instalación de un techo al módulo de compostaje para evitar que este se moje y se retrase el proceso.

Para compostar volúmenes grandes de materia orgánica es necesaria la adquisición de una picadora de esta manera al tener partículas de menor tamaño el proceso de degradación se acelera, reduciendo los tiempos de cosecha del compostaje.

8. Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Mejicanos. 2021.** Funciones de la Unidad Ambiental. (en línea). Mejicanos, El Salvador. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en https://www.transparencia.gob.sv/system/service_attachments/attachments/000/001/449/original/FUNCIONES_DE_LA_UNIDAD_AMBIENTAL_20210730_10103405.pdf?1627661552
- Alcaldía Municipal de San Salvador. 2024.** Inició recuperación de espacios públicos en el Distrito Mejicanos. (en línea). Mejicanos, El Salvador. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en <http://sansalvador.gob.sv/inicio-recuperacion-de-espacios-publicos-en-el-distrito-mejicanos/>
- Ava A. 2007.** Agricultura orgánica el compost. (en línea). 23 p. consultado 11 jul. 2024. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpintamaterialdidacticonro05.pdf>
- Bueno Márquez, P; Diaz Blancos, MJ y Cabrera Capitán, F. 2013.** Capítulo 4. Factores que afectan al proceso de Compostaje. Sevilla, España. (en línea). Consultado el 1 jul. 2024. Disponible en <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- CEPAGRO (Centro de Estudios y Promoción de la Agricultura Grupal, Brasil). Sf.** (en línea). Brasil. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en https://cepagro.org.br/?page_id=4142
- CESTA (Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiable). Sf.** Los desechos sólidos. (en línea). El Salvador. 3 p. Consultado 24 jun. 2024. Disponible en <https://cestafoe.org.sv/wp-content/uploads/2013/12/Folleto-Desechos-2.pdf>.
- CMA (Consejería de Medio Ambiente). Sf.** Use el compost, en agricultura viveros y paisajismo. (en línea). 4p. Consultado 10 jul. 2024. Disponible en https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Calidad_Ambiental/Gestion_De_Los_Residuos_Solidos/compost/Uso_Compost.pdf.
- Colocho I. 2022.** Así celebra Mejicanos sus fiestas patronales. (en línea). Mejicanos, El Salvador. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en <https://www.elsalvador.com/entretenimiento/espectaculos/mejicanos-fiestas-patronales-desfile-de-correo-del-comercio-san-salvador-reina-belleza-estados-unidos-turismo/985526/2022/>

CUBO (Centro Urbano de Bienestar y Oportunidades, El Salvador). Sf. CUBO. (en línea). Mejicanos, El Salvador. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en <https://cubo.gov.sv/cubo/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2015. Compostaje: vamos a devolver algo al suelo. (en línea). Roma, Italia. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>

López Vides C. 2023. Crisis de basura en Mejicanos está controlada por ahora. (en línea). Mejicanos, El Salvador. Consultado 16 jul. 2024. Disponible en <https://www.elsalvador.com/noticias/nacional/crisis-basura-mejicanos-controlada/1076440/2023/>

MAA (Ministerio del Ambiente y Agua, Ecuador). 2020. Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales (en línea). Quito Ecuador. 26 P. Consultado 07 jul. 2024. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DERESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>.

Márquez, P; Díaz, M; Cabrera, F. Sf. Factores que afectan al proceso de compostaje. (en línea). Helva, España. 6 p. Consultado 07 jul. 2024. Disponible en <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

PAE (Producción Agraria Ecológica). Sf. El compostaje en agricultura ecológica. (en línea). ficha técnica PAE 20. Consultado 9 jul. 2024. Disponible en http://pae.gen.cat/web/.content/al_alimentacio/al01_pae/05_publicacions_material_referencia/arxiu/FTP_AE20_Compostaje.pdf.

Paul, E.; F. Clark. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry. 2 ed. Academic Press. 340 p. NCh (Norma Chilena). 2003. Compost- clasificación y requisitos. Norma NCh2880.2003. consultado 1 jul. 2024. Disponible en <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/NCH2880.pdf>

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2023. (en línea). s.l. Consultado el 25 de jun. 2023. Disponible en <https://www.undp.org/es/latin-america/historias/el-compostaje-una-practica-que-valoriza-nuestros-desechos>

Rancho Kiaora. 2023. Fuego, un gran aliado en el proceso de compostaje. Uruguay. (en línea). Consultado el 1 jul. 2024. Disponible en <https://www.ranchokiaora.com/post/fuego-un-gran-aliado-en-el-proceso-de-compostaje>

Román, p; Martínez, M. M; Pantoja A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. (en línea). Santiago de Chile. 18 P. Consultado 2 jul. 2024. Disponible en [https://www.fao.org/3/i33888s/l3388S.pdf](https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf).

SCCS (Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo); CNIC (Centro Nacional de Investigaciones de Café. 2009. Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: segundo seminario regional comité regional eje cafetalero. Cenicafe. Bogotá, Colombia.

Soliva, M; López, M. 2004. Calidad del compost: influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. (en línea). Barcelona. 3 p. Consultado 07 jul. 2024. Disponible en https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/81510/Altres3Calidad+del+compost_+influencia+del+tipo+de+material+tratado+y+delas+condiciones+del+proceso.pdf/80b5b931-0521-426b-a733-6be0ac2d3a68.

UNMDP (Universidad Nacional de Mar de Plata, Argentina). 2016. La basura: consecuencias ambientales y desafíos. (en línea). Argentina. Consultado el 23 de jun. 2024. Disponible en [La basura: consecuencias ambientales y desafíos \(mdp.edu.ar\)](http://La%20basura:%20consecuencias%20ambientales%20y%20desaf%C3%ADos%20(mdp.edu.ar))

VOLTA. 2019. 4 impactos ambientales de un mal manejo de residuos. (en línea). Chile. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en <https://www.voltachile.cl/4-impactos-ambientales-de-un-mal-manejo-de-residuos/>

9. Anexos



Figura A - 1. Incorporación de materia orgánica y tierra al módulo de compost para acelerar el proceso de degradación



Figura A - 2. Caracterización del residuo orgánico generado en el mercado Zacamil



Figura A - 3. Proceso de tamizaje para cosecha de compost



Figura A - 4. Cosecha del módulo de compost, utilizando el método de Hilera Estática de Aeración Pasiva (UFSC)



Figura A - 5. Equipo utilizado para la medición de parámetros físicos



Figura A - 6. Evaluación de olor en muestra superficial de compost



LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

labquimica@centa.gob.sv / greCIA.henriquez@centa.gob.sv

San Andrés, 19 de abril de 2024.

DATOS GENERALES

Solicitante: **Sr. Manuel de Jesús Serrano Quintanilla**
 Tipo de Muestra: **Compost**
 Lugar de recolección: **Mejicanos**
 Recibida: **18/03/2024**
 No. Análisis: **110P**

RESULTADO

ANÁLISIS	BASE HÚMEDA	UNIDADES	Metodología
Nitrógeno total	1.10	g/100 g de muestra	Método Kjeldahl
Fósforo	1.51	g/100 g de muestra	Espectrofotometría visible
Potasio	0.91	g/100 g de muestra	Método de Absorción Atómica
Calcio	5.97	g/100 g de muestra	Método de Absorción Atómica
Humedad	19.20	g/100 g de muestra	Secado a 105°C
Cenizas	79.20	g/100 g de muestra	Incineración a 600°C ¹
Materia Orgánica	1.60	g/100 g de muestra	Cálculo
pH	7.72		Método potenciométrico

¹Métodos Oficiales de la A.O.A.C 15ª edición 1990

Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso de muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químico Analista: Lic. Diana Isabel Quijada

Ing. Grecia Henríquez de Chávez
Jefa del Laboratorio de Química Agrícola



Figura A - 7. Resultados de análisis de parámetros químicos