



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2024-FIAS-088

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST EN EL DISTRITO DE ICA, 2023

Presentado por:

QUISPE RAMIREZ, DIANA CORAL

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 5%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20162246**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 12 de Agosto del 2024


Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



TESIS

**Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Municipales para la
Producción de Compost en el Distrito de Ica, 2023**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

AUTOR:

QUISPE RAMIREZ, DIANA CORAL

Ica- Perú

2025

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	ii
INDICE DE TABLAS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Situación Problemática.....	11
1.2. Antecedentes de la Investigación.....	12
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	12
1.2.2. Antecedentes nacionales.....	13
1.2.3. Antecedentes locales.....	13
1.3. Bases teóricas.....	14
1.3.1. Abono orgánico.....	14
1.3.2. Compost.....	14
1.3.3. Beneficios del compost.....	14
1.3.4. Fases de compostaje.....	15
1.3.5. Propiedades del compost.....	17
1.3.6. Factores que influyen en el proceso de compostaje.....	18
1.3.7. Tipos de compost.....	19
1.3.8. Características físico-química del compost.....	19
1.3.9. Impacto y problemática de los residuos.....	20
1.3.10. Residuos Sólidos.....	20
1.3.11. Residuos sólidos orgánicos.....	21
1.3.12. Clasificación de los residuos sólidos.....	21
1.3.13. Residuos según su biodegradabilidad.....	22
1.3.14. Residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.....	23
1.3.15. Riesgos relacionados al inadecuado manejo de residuos sólidos.....	23
1.3.16. Técnicas de minimización de residuos sólidos.....	24
1.3.17. Generador.....	25
1.3.18. Reciclaje de residuos orgánicos.....	25
1.3.19. Tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos.....	26
1.4. Formulación De Problema.....	28
1.4.1. Problema principal.....	29
1.4.2. Problemas específicos.....	29
1.5. Objetivos.....	29
1.5.1. Objetivo principal.....	29
1.5.2. Objetivos Específicos.....	29
1.6. Hipótesis y Variables de la Investigación.....	30
1.6.1. Hipótesis principal.....	30
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	30
1.7. Variables.....	30

1.7.1.	Variable independiente.....	30
1.7.2.	Variable dependiente.....	30
1.7.3.	Operacionalización de variables	31
1.8.	Justificación e Importancia	32
1.8.1.	Justificación.....	32
1.8.2.	Importancia.....	32
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA	33
2.1.	Área de Estudio	33
2.2.	Metodología de Investigación	35
2.2.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación	35
2.2.2.	Población y muestra	35
2.3.	Procedimiento de la Metodología General.....	35
2.3.1.	Técnica de recolección de datos.....	35
2.3.2.	Instrumento de recolección de datos	36
2.3.3.	Análisis e interpretación de datos	36
III.	RESULTADOS.....	38
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97
V.	CONCLUSIONES	100
VI.	RECOMENDACIONES.....	102
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	31
Tabla 2. “Datos físicos del distrito de Ica”	35
Tabla 3. Funcionarios de la municipalidad.....	36
Tabla 4. “Datos físico del distrito de Ica	39
Tabla 5. Generación per cápita en el distrito de Ica	47
Tabla 6. Para los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Ica es como sigue	49
Tabla 7. Composición y producción total de RSD en el distrito de Ica.....	51
Tabla 8. Componentes de la materia orgánica	51
Tabla 9. Cantidad de materia orgánica a procesar	52
Tabla 10. Generación de restos de comida	53
Tabla 11. Volumen del material orgánico	58
Tabla 12. Funcionarios de la municipalidad.....	58
Tabla 13. Peso y Volumen de materia orgánica requerida para el armado de las pilas de compostaje	59
Tabla 14. Requerimiento de agua para las pilas de compostaje.....	60
Tabla 15. Cronograma de elaboración de compost para las pilas de compost.....	64
Tabla 16. Recolección de RSD	70
Tabla 17. Kilogramos de residuos se generan	71
Tabla 18. Residuos acumulados en las calles	72
Tabla 19. Campañas de limpieza en su distrito.....	73
Tabla 20. Opinión tiene Ud. De las autoridades municipales en relación al actual sistema de manejo de los RSD	74
Tabla 21. Capacitaciones de Educación Ambiental para el manejo de los RSD	75
Tabla 22. Quema de los residuos genera contaminación al ambiente.....	76
Tabla 23. Segregación de residuos sólidos	77
Tabla 24. Incentivo para los usuarios que segregan sus residuos sólidos	78
Tabla 25. Seguimiento o control sistematizado de la iniciativa que incluya visitas técnicas	79
Tabla 26. Resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost	80
Tabla 27. Actividades de experimentación en compostaje de parte de la Municipalidad	81
Tabla 28. Problemas de Recolección y transporte de RS que representa	82
Tabla 29. Políticas y estrategias de gestión ambiental de RS	83

Tabla 30. Almacén de RS para ser destinado al reciclaje o compost	84
Tabla 31. Procesos de reducción de volúmenes y características de peligrosidad de los RS	85
Tabla 32. Políticas o estrategias para el aprovechamiento de RS	86
Tabla 33. Programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS.....	87
Tabla 34. Campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost de RS..	88
Tabla 35. Recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS.....	89
Tabla 36. Facilitar la gestión de los RS, debería conformarse Empresa Pública-privadas.....	90
Tabla 37. Apropiado el financiamiento por parte del Estado	91
Tabla 38. Obras de mejoramiento en el servicio de segregación de RRSS en el distrito para evitar su contaminación	92
Tabla 39. Reducción de volúmenes de residuos es legal y adecuado la quema de basura en los botaderos	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Departamento de Ica	33
Figura 2: Ubicación geográfica del Distrito de Ica.....	34
Figura 3: Ubicación geográfica del Distrito de Ica.....	38
Figura 4: El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ica.....	40
Figura 5: Temperatura máxima y mínima promedio en Ica	40
Figura 6: Categorías de nubosidad en Ica	41
Figura 7: Precipitación.....	42
Figura 8: Horas de luz natural y de crepúsculo en la primavera en Ica.....	42
Figura 9: Niveles de comodidad de la humedad en la primavera en Ica.....	43
Figura 10: Velocidad promedio del viento en el invierno en Ica	44
Figura 11: Temperatura promedio del agua durante el invierno en Ica	45
Figura 12: Temperatura del agua.....	45
Figura 13: Energía solar de onda corta incidente diaria promedio en el invierno en Ica	46
Figura 14: Generación per cápita en el distrito de Ica	47
Figura 15: Densidad aparente (kg/ m^3)	48
Figura 16: Densidad compactada (kg/m^3)	48
Figura 17: Composición física de los RSD	50
Figura 18: Pila de compostaje	57
Figura 19: Distribución y dimensiones del material orgánico por capas	57
Figura 20: Distribución de las pilas de compostaje	62
Figura 21: Diagrama del proceso de compostaje.....	63
Figura 22: Recolección de RSD	70
Figura 23: Kilogramos de residuos que generan	71
Figura 24: Residuos acumulados en las calles	72
Figura 25: Campañas de limpieza en su distrito.....	73
Figura 26: Opinión tiene Ud. De las autoridades municipales en relación al actual sistema de manejo de los RSD	74
Figura 27: Capacitación de Educación Ambiental para el manejo de los RSD.....	75
Figura 28: Quema de los residuos genera contaminación al ambiente	76
Figura 29: Segregación de residuos sólidos	77
Figura 30: Incentivos para los usuarios segregan sus residuos sólidos.....	78

Figura 31: Seguimiento o control sistematizado de la iniciativa que incluya visitas técnicas ...	79
Figura 32: Resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost	80
Figura 33: Actividades de experimentación en compostaje de parte de la Municipalidad	81
Figura 34: Problemas de recolección y transporte de RS que presenta	82
Figura 35: Políticas y estrategias de gestión ambiental de RS	83
Figura 36: Almacén de RS para ser destinado al reciclaje o compost	84
Figura 37: Procesos de Reducción de volúmenes y características de peligrosidad de los RS ..	85
Figura 38: Políticas o estrategias para el aprovechamiento de RS	86
Figura 39: Programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS	87
Figura 40: Campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost de RS	88
Figura 41: Recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS	89
Figura 42: Existencia de empresas públicas-privadas	90
Figura 43: Apropiado el financiamiento por parte del Estado	91
Figura 44: Obras de mejoramiento en el servicio de segregación de RRSS	92
Figura 45: Reducción de volúmenes de residuos es legal y adecuado la quema de basura	93

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023”, partió del siguiente problema ¿Cómo Aprovechar los residuos sólidos Municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023? tuvo como objetivo general, Aprovechar los residuos sólidos municipales para la producción de compost en el distrito de Ica, 2023.

La población estará conformada por las muestras de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Ica.

El método empleado en la investigación fue el tipo longitudinal-descriptivo, con diseño de investigación experimental de nivel descriptivo, que recogió la información en un periodo específico que se desarrolló al aplicar los instrumentos: Cuestionario, el cual estuvo constituido por preguntas para el aprovechamiento de los residuos.

Los residuos sólidos dejan de ser útiles sin una gestión adecuada y responsable, ya que no pueden reciclarse ni reutilizarse.

El reaprovechamiento de los residuos sólidos en el Perú ha tenido grandes avances desde la aparición de experiencias inclusivas (como aquella que en su diseño e implementación incorpora el reciclaje en la gestión de residuos formalizando la inclusión considera a los Recicladores de Base en la gestión).

Palabras Claves: Aprovechamiento de residuos sólidos, compost, residuos sólidos municipales

SUMMARY

The present research titled "Use of municipal solid waste for the production of compost in the District of Ica, 2023", started from the following problem: How to take advantage of municipal solid waste for the production of compost in the District of Ica, 2023? The general objective was to take advantage of municipal solid waste for the production of compost in the district of Ica, 2023.

The population will be made up of samples of organic solid waste from the Ica district.

The method used in the research was the longitudinal-descriptive type, with a descriptive experimental research design, which collected the information in a specific period that was developed by applying the instruments: Questionnaire, which was made up of questions for the use of the waste.

Solid waste ceases to be useful without adequate and responsible management, since it cannot be recycled or reused.

The reuse of solid waste in Peru has made great progress since the emergence of inclusive experiences (such as the one that in its design and implementation incorporates recycling in waste management, formalizing the inclusion of Grassroots Recyclers in management).

Keywords: *Use of solid waste, compost, municipal solid waste*

I. INTRODUCCIÓN

“El compostaje es un proceso con el que se permite tratar los residuos orgánicos de forma adecuada en un tiempo determinado; no obstante, en las enormes ciudades donde la producción es excesiva, existe el problema del lapso de tiempo de descomposición de la materia, es ahí donde se integran microorganismos catalizadores de la desintegración para alcanzar el compostaje”[1].

Este aprovechamiento conlleva directamente la reducción de los impactos ambientales y sociales producidos, sobre todo en la fase de disposición final, que es competencia de la gestión medioambiental.

Con su uso, se reducirá en gran escala la presión sobre el medio ambiente como sustento de la actividad antrópicas; los nutrientes se reintegrarán en las fases de fertilización del suelo y se reducirá el empleo de productos agroquímicos.

“Los residuos son un factor clave para el medio ambiente y la salud humana a causa de la mala gestión y el mal manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos”[2].

A nivel nacional, el MINAM, señaló que en el Perú “se generaba alrededor de 7,359,240 ton/año de residuos sólidos municipales, de los cuales 5,447,332 ton/año fueron debido a los residuos sólidos domiciliarios urbanos, evidenciando un claro aumento de la generación per cápita de un 0.55 a un 0.57 kg/hab-día”[3].

“Las autoridades se enfrentan cada vez a grandes responsabilidades, ya que la producción de residuos sólidos está estrechamente relacionada con el crecimiento de las ciudades y la única forma de salir de este problema es poner el hombro y aportar a una correcta gestión de los residuos sólidos”[4].

“Por ello, es relevante tomar medidas para alcanzar una adecuada gestión y tratamiento de los residuos sólidos en el país, lo que implica incrementar las capacidades de gestión de los gobiernos locales, la inversión pública y privada, la participación consciente de los productores de bienes y servicios, así como de las instituciones, los municipios y la población en general”[5]

Nuestra primordial obligación como seres humanos es ejercer el buen uso de los residuos a través de la creación de competencias en materia de educación ambiental, empezando por el hogar, donde se genera la mayor parte de los residuos, con los que se trabaja para preservar la conservación del medio ambiente.

Por ello, se propuso el programa de aprovechamiento de residuos sólidos a partir del compostaje, ya que permite disminuir la producción de residuos sólidos generados en grandes cantidades sin separación ni aprovechamiento y convertirlos en abonos orgánicos y su uso en la mejora del suelo.

1.1. Situación problemática

El estudio se enfoca en el uso de la materia orgánica para convertirla en compost, sencillamente porque es un producto de desecho orgánico en un balance de masas.

El compost es un recurso precioso para la silvicultura, la agricultura y la recuperación de suelos, cuya generación preserva los nutrientes presentes en el suelo al reciclar la materia orgánica y los nutrientes, conservando los nutrientes existentes en el suelo y disminuyendo el contenido de los residuos depositados en los vertederos y en los cursos de agua.

“En nuestro país, el problema de la gestión incorrecta de los residuos sólidos se manifiesta en el manejo inadecuado de los mismos”[6].

Con su uso, se reducirá en gran proporción la influencia ejercida sobre el ambiente como sustento de la actividad antrópicas; los nutrientes se reintegrarán en las fases de fertilización del suelo y se reducirá el empleo de productos agroquímicos.

“Los gobernantes de las localidades han estado planificando e implantando novedosas estrategias para lograr un mejor manejo de los desechos sólidos, en tanto que otros gobernantes omiten el problema, debido a que la mayor parte de los desechos sólidos son de naturaleza orgánica, de ahí la importancia de su manejo y aprovechamiento por parte de los poderes públicos”[7].

Entre las principales causas de contaminación y depredación de los bienes comunes se encuentran el vertido de residuos sólidos al aire libre (en avenidas, vías públicas, cauces de riego, lugares no ocupados, sitios comunes como ferias, puestos de salud y otros), ocasionando los conocidos como puntos vulnerables que conforman focos de infección, el enterramiento y quema de residuos, la ausencia de conciencia ambiental por parte de los habitantes

Teniendo en cuenta que los desechos sólidos de origen biológico son utilizados para generar fertilizantes naturales, principalmente compost, y dentro de la parte agrícola es un sistema alternativo que contribuye a disminuir los efectos de deterioro ambiental causados por la concentración de desechos orgánicos procedentes de las diversas labores de producción, en el presente estudio se propone la producción de compost con desechos sólidos de origen biológico en el distrito de Ica

Otra inquietud es que los residuos orgánicos sean procesados biológicamente a través del compostaje, ya que es una tecnología accesible y al alcance de cualquier parte del mundo y es el elemento con mayor índice de RSU que producen en las ciudades.

1.2. Antecedentes de la investigación

1.2.1. Antecedentes internacionales

Morales et al., En su estudio de investigación sobre “Caracterización de los desechos orgánicos de la parroquia ayora y su potencial uso como abono dentro de una agricultura sustentable de la zona, aterriza en el siguiente resultado, que”[8]

“Se ha comprobado que un 44% de los desechos biológicos presentan posibilidades de ser utilizados en la elaboración de fertilizantes para la agricultura de la comuna de Ayora”[8].

Gallego et al., En su estudio de investigación “Formulación de una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos como aporte a una gestión ambiental sostenible teniendo como resultado, que”[9]

“Hay evidencias de descuido por las entidades de gobierno y empresas particulares del municipio, lo que se traduce en la actual infraestructura dañada de la plaza de mercado, así como en la falta de seguimiento y formación, lo que deja una evidente situación de fragilidad de la ciudadanía”[9], “La solución más eficaz y viable para aprovechar los RSO era el vermicompostaje”[9].

Álvarez en su tema de investigación sobre “Comportamiento agronómico del haba en suelos mejorados con diferentes niveles de compost elaborado a partir de desechos sólidos urbanos en Cota Cota aterriza en el siguiente resultado”[10].

“La incorporación de distintos grados de compost al terreno aumentó la porosidad y redujo la masa volúmica, lo que mejoró la composición y la consistencia del suelo no utilizado”[10], “El uso de distintos extractos de compost mejoró consecuentemente el suelo no cultivado en términos de composición de sustancia orgánica, así como de nitrógeno, fósforo y potasio”[10].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Hernández En su estudio de investigación sobre “Aplicación de compostaje como Biofertilizante para el acondicionamiento de suelos del sector José Olaya, Distrito Bambamarca, 2017 tuvo como conclusión”[11].

“Su objetivo fundamental fue lograr la aplicación del compost como biofertilizante acondicionador del terreno”[11], “Se utilizó el compost como biofertilizante mejorador utilizando la cromatografía aplicada a un sistema cualitativo para lograr resultados en el terreno del sector José Olaya, distrito de Bambamarca, con óptimos rendimientos en la conformación de la textura del suelo”[11].

Soria En su estudio de investigación sobre “Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en municipalidades distritales el aterriza en el siguiente resultado, que”[12].

“El control constante y efectivo de los indicadores técnicos de T, Hu y pH en todas las fases del tratamiento propuesto con una MO total de ingreso constituida por 67% de RO, que no causa propagación de plagas ni generan olor molestos”[12], “Al aplicar y comenzar a operar una planta de compostaje con el esquema de elaboración planteado, se podrá producir 1,308 kg de fertilizante natural por día a S/. 0.40 / kg, en el comercio vigente el margen de cotización de venta es de S/. 1.00 a S/. 1.80 por kg, y con un apropiado esquema de marketing se podrá producir una ganancia económica al contar con un adecuado rango de rentabilidad”[12].

Ayala et al., En su estudio de investigación sobre “Desarrollo de un modelo de negocio de compostaje de residuos sólidos orgánicos para la comercialización de abono orgánico tuvo como conclusión”[13].

“Green Compost fomenta la economía circular de los desechos orgánicos: iniciando la producción de residuos, la reutilización a través del compostaje y la utilización en la industria agrícola como fertilizante orgánico”[13].

1.2.3. Antecedentes locales

La bibliografía relacionada con el tema ha sido revisada y no se ha encontrado ninguna búsqueda con respecto a él.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Abono orgánico

Mendoza lo define “son aquellos desechos orgánicos que suelen degradarse después de algún lapso de tiempo, fertilizan el suelo y aportan los abonos vitales para que las especies vegetales se desarrollen y prosperen de forma adecuada, dentro de los primordiales abonos orgánicos se destacan el estiércol, el compost, el biol, los fertilizantes verdes, entre otros”[14].

1.3.2. Compost

El compost “es un fertilizante biológico procedente de la conversión de una combinación de restos orgánicos de origen animal y vegetal que se han degradado en circunstancias reguladas”[15].

Según el **Ministerio de Desarrollo e inclusión Social** el compost “es la sustancia orgánica producida por la interacción de los microbios con determinados desechos orgánicos para producir compost, un producto muy útil en los suelos agrarios”[16].

Uribe indica que “la calidad del compost final se debe a diversos factores que influyen en el desarrollo de fermentación y maduración, como la temperatura, la humedad, la proporción carbono-nitrógeno, la existencia de oxígeno, el pH, etc”[17].

“El compostaje de residuos orgánicos es una técnica muy difundida y de fácil utilización que facilita el tratamiento racional, económico y seguro de distintos residuos orgánicos, utilizándolos en la agricultura y los jardines”[18].

1.3.3. Beneficios del compost

Para **E. Castells** “el compost es relevante ya que:

- Aumenta la producción en términos de calidad y cantidad de la cosecha.
- Disminuye las emisiones de CO₂ porque la aplicación de compost en el suelo provoca la absorción de carbono en el mismo[19].
- Sustituye el uso de fertilizantes químicos, lo que beneficia a las aguas subterráneas y al suelo[19].

1.3.4. Fases de compostaje

El compostaje “es un proceso biológico que tiene lugar en circunstancias aeróbicas (existencia de oxígeno), con humedad y temperatura apropiadas, garantizando una conversión saludable de los residuos biológicos en un compuesto uniforme que puede ser absorbido por las plantas”[20].

“Es factible identificar el compostaje como la acumulación de diversos microorganismos que, en existencia de oxígeno, utilizan el nitrógeno (N) y el carbono (C) existentes para producir su propia biomasa. En este procedimiento, los microorganismos también producen calor y un material sólido, con menor cantidad de C y N, pero más resistente, que recibe el nombre de abono orgánico”[20].

“Al descomponer el carbono, el nitrógeno y toda la sustancia biológica de partida, los agentes microbianos liberan un calor mensurable debido a los cambios de temperatura que se producen con el paso del tiempo. En función de la temperatura producida en el proceso, existen tres etapas esenciales en el compostaje, a parte de una etapa de maduración de duración variada”[20], se clasifican en:

Fase mesófila inicial

La fase mesófila inicial “es la fase más vital del compostaje, en la que la temperatura aumenta con rapidez (de 10 a 40 °C), el pH se modifica en gran medida y se descomponen los elementos más sencillos de la materia orgánica, al principio, los sustratos están a temperatura de la atmósfera y entran en acción las bacterias y hongos mesófilos y Termotolerantes, que aprovechan enseguida las materias carbonosas fácilmente degradables y solventes (azúcares y aminoácidos), provocando una reducción del pH, como resultado de la formación de ácidos orgánicos”[20].

“Las bacterias con mecanismos de oxidación y fermentación logran los valores más altos en esta fase, especialmente las bacterias Gram negativas y las que producen ácido láctico, que aumentan rápidamente a costa de los componentes de fácil degradación, la acción metabólica de los agentes microbianos en esta fase conduce a un ascenso acelerado de la temperatura, lo que provoca la transformación de la microbiota mesófila en termófila cuando se logran entre 42 y 45 °C, con lo que se inicia la fase termófila”[20].

Fase termófila

En la fase termófila “Los microorganismos termotolerantes y termófilos como los actinomicetos, distintos termófilos y bacterias gram negativas como *Thermus* e *Hydrogenobacter* proliferan exclusivamente, los microorganismos no termotolerantes, incluidos los patógenos y los parásitos, se inhiben dentro de esta fase, los hongos y las levaduras se reducen significativamente desde el comienzo de la fase termófila y se eliminan por completo a partir de los 60°C”[20].

“En las fases iniciales de esta fase, la microbiota mesófila se ve atenuada por la temperatura, en tanto que las comunidades de bacterias termófilas no están bien desarrolladas porque aún no han alcanzado su intervalo de temperatura ideal, Por lo tanto, se produce una ligera ralentización en el incremento de la temperatura con relación al aumento de la fase inicial una vez que los microorganismos termófilos logran un cierto número, el ritmo de aumento de la temperatura se recupera”[20].

“Al comienzo de la fase termófila, cuando se han eliminado los nutrientes fácilmente asimilables, empiezan a llegar a dominar los actinomicetos, en particular los estreptomicetos que, junto con algunos *Bacillus*, empiezan a metabolizar las proteínas, aumentando la liberación de amoníaco con la consiguiente alcalinización, como resultado de la descomposición de estos polímeros, se desprenden otras materias sencillas monoméricas que podrán ser aprovechadas por otros organismos, por lo que la acción microbiana continúa con intensidad y la temperatura aumenta hasta sobrepasar los 60°C, en esta etapa, los índices de descomposición son bastante altos en comparación con los de la fase precedente”[20].

“Las bacterias más frecuentes entre 50 y 60 °C son esporulantes como *Bacillus* y actinomicetos termotolerantes y termófilos, a temperaturas por encima de 60°C, la descomposición es llevada a cabo únicamente por bacterias termófilas, las bacterias no esporulantes *Hydrogenobacter* y *Thermus* predominan en valores de temperatura de 70 a 82°C, estas bacterias favorecen un mayor aumento de la diversidad biológica cuando la temperatura sube a 66-70 °C, si bien la intensidad de la acción microbiana disminuye sensiblemente a esta temperatura”[20].

“Por encima de los 60°C, el calor en sí mismo inhibe a los microorganismos, pero actúa asimismo al limitar el suministro de oxígeno (la solubilidad del oxígeno en el agua es menor a temperaturas más altas), esto ocasiona una reducción de la actividad microbiana y, como una consecuencia, un descenso de la temperatura, la tercera fase,

o fase de enfriamiento, comienza cuando la temperatura es alta y la fuente de carbono directamente disponible se convierte en un factor limitante”[20].

Etapas de enfriamiento y maduración

Las etapas de enfriamiento y maduración finales “se caracterizan por el aumento de una nueva comunidad mesófila, distinta a la de la fase mesófila inicial”[21].

“Estos organismos recogen el producto del medio que lo rodea, de los márgenes de la pila o provienen de la proliferación de esporas que han resistido a la fase termófila, A pesar de que las bacterias mesófilas se presentan en bajo número en estas fases, su variedad es mayor que en las fases precedentes y muestran nuevas actividades relevantes para la maduración del compost, estas bacterias no sólo intervienen en la fermentación de la sustancia orgánica, sino además en la degradación del hidrógeno, el amonio, el nitrito y los sulfuros, la formación de nitrógeno, la disminución del sulfato, la formación de exopolisacáridos y la obtención de nitrito a base de amonio en un régimen heterótrofo”[21].

1.3.5. Propiedades del compost

El compost “tiene una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas que se describen a continuación”[22].

❖ Físicas.

“Aumenta la porosidad del suelo, incrementando su capacidad de retención de agua”[22].

“Reduce la erosión del suelo y eleva su estabilidad”

“Aumenta la permeabilidad del suelo, especialmente de los suelos arcillosos, al tiempo que transforma los suelos arenosos en suelos más absorbentes”[22].

❖ Químicas

“Aporta una gran carga de macro y micronutrientes a la planta, entre los que se encuentran el nitrógeno, el fósforo, el potasio (N, P, K), así como el hierro y el azufre”[22].

“Establece la interacción del suelo, al regular el pH y aumentar su nivel de amortiguación”[22].

“Dada su gran facilidad de absorción, inactiva los residuos de plaguicidas”[22].

❖ **Biológicas**

“Favorece la vida del suelo, fomentando la actividad microbiológica”[22].

“Favorece la germinación de las semillas”

“Permanece más tiempo en el suelo debido a que la materia orgánica se descompone gradualmente”[22].

1.3.6. Factores que influyen en el proceso de compostaje

Hay varios factores que afectan positiva o negativamente dentro del proceso de compostaje, estos factores pueden ser microbiológicos, los cuales se describen a continuación:[23].

Hongos

“Son aquellas levaduras y hongos filamentosos que suelen crecer en forma de colonias grises o blancas con aspecto peludo en la superficie de la pila de compost, se dedican a descomponer polímeros complejos como celulosa, pectinas, hemicelulosas, entre otros, en función de lo que se añada al compost”[23].

Bacterias

“Las bacterias constituyen entre el 80% y el 90% de los microorganismos existentes en el proceso de compostaje”[23].

“Entre ellas podemos incluir al principio a Celullomonas, Pseudomonas, Bacterias del género Thermus, Bacillus y son a su vez las encargadas de producir calor en la fase termófila y descomponer grandes cantidades de materia orgánica con la ayuda de enzimas para romperlas químicamente”[23].

Factores Microbiológicos

“Se trata del conjunto de microorganismos que se desarrollan dentro del proceso de compostaje, estos pueden ser provechosos o perjudiciales para el proceso, dentro de los microorganismos se hallan los que proporcionan un compost de calidad porque tienden en presencia de oxígeno a transformar la materia orgánica, así como los que están presentes durante la fase de higienización al eliminar los patógenos durante el proceso”[23].

“Los microorganismos nocivos son aquellos que están asociados a la generación de patógenos y malos olores dentro del proceso de compostaje”[23].

1.3.7. Tipos de compost

Navarro[24] señala que dependiendo del estado de descomposición del compost, se puede emplear a diferentes tipos de terreno y cultivos.

- ❖ **Compost Maduro** “Es un compost altamente alterado que se puede utilizar en todo modelo de cultivos. Se utiliza para cultivos que no soportan sustancia orgánica fresca o de difícil descomposición. Sin embargo, su poder fertilizante es mejor que el del abono joven”[24].
- ❖ **Compost Joven.** “Es un abono con un periodo de descomposición corto y se utiliza para fertilizar cultivos, fundamentalmente plantas que toleran bien este abono”[24].

1.3.8. Características físico-química del compost

factores físico-químicos más relevantes son:

Temperatura: “La temperatura es un parámetro relevante dentro de todo el desarrollo de descomposición de la materia orgánica, ya que va variando paulatinamente a lo largo de las diferentes fases, desde calor ambiente hasta los 60-70 °C después disminuye y estabiliza”[25].

Humedad: “La humedad de todo el desarrollo de compostaje debe rondar el 30-40%, ya que, si supera el valor especificado, el líquido existente en la pila invadirá todos los poros y el procedimiento se volvería anaeróbico, es decir, la sustancia orgánica debe fermentar y causar la putrefacción. Por otro lado, si la humedad es demasiado baja, la acción microbiana se reducirá y el proceso se ralentizará”[25].

Ventilación: “La ventilación debe entenderse como fundamental cuando el procedimiento de compostaje es aeróbico, por lo que debe controlar continuamente”[25].

Relación Carbono / Nitrógeno (C/N): “La relación carbono-nitrógeno da estructura a la sustancia orgánica, por lo que es preciso tener una relación balanceada entre dos elementos para obtener un compost de importancia. En teoría una condición adecuada debe estar entre 25 - 35, no obstante, esta relación varía dependiendo de las materias primas utilizadas para elaborar el compost”[25].

pH: “El pH se mantiene en una categoría de alrededor ≤ 6 entre los principales días de compostaje, luego aumenta llegando a niveles más altos incluso 8,5 a causa de la acción de los organismos existentes en el compost”[25].

“El pH básico es ácido, dentro de 6 y 7, tiende a residir en la categoría de 6,5 - 8,5 del compost maduro”[25].

Tiempo de compostación: “El lapso de compostaje oscila en función de los factores señalados antes, habitualmente el compost se puede emplear cuando el material tiene un tinte más sombrío, es decir, 4 meses desde el principio del procedimiento de compostaje. También tiene un aroma grato y una textura suave”[25].

Parámetros del compostaje: “Los parámetros se seleccionan en relación con el periodo, la etapa y el carácter de compost, puede ser adulto o joven”[25].

1.3.9. Impacto y problemática de los residuos

“La mala gestión de los recursos sólidos influye negativamente en la salud de la ciudadanía, en los ecosistemas y en la propia calidad de vida, los efectos inmediatos para la salud recaen fundamentalmente en los recolectores y segregadores de residuos formal e informal; estos efectos se incrementan si los residuos dudosos no se separan en el lugar de origen y se confunden con los residuos urbanos, una práctica habitual en los países de la región”[26].

1.3.10. Residuos sólidos

Los residuos sólidos “son sustancias, desechos o derivados en estado sólido o semisólido, abandonados por su generador, se define como productor a la persona que, como resultado de sus necesidades, genera desechos sólidos, que normalmente se consideran sin valor económico y se conocen coloquialmente como basura”[27].

“Es preciso señalar que la ley también contempla dentro de esta categoría a los materiales semisólidos (como el fango, el lodo y los lodos, entre otros) y a los que se generan por fenómenos naturales como las lluvias, los derrumbes, entre otros”[27].

“La Ley General de Residuos Sólidos N°27314. “Los residuos sólidos son aquellos restos de las diferentes tareas humanas, que se consideran descartables por quien los genera”[28].

1.3.11. Residuos sólidos orgánicos

De acuerdo con *Abad*, “se distinguen por su origen biológico y se producen en grandes volúmenes, causando efectos negativos en el medio ambiente como la contaminación de la atmósfera, el suelo y el agua, a causa de su alto porcentaje de materia orgánica y elementos minerales si no se tratan adecuadamente”[29].

1.3.12. Clasificación de los residuos sólidos

Estos residuos se dividen en función de su origen:

- Residuos sólidos domiciliarios: “Proviene de las distintas labores de una comunidad, se presentarán en términos de manejo y se depositarán en contenedores habituales, como bolsas, envases, etc”[30].
- Residuos comerciales: “Se generan en los centros comerciales y abarcan esencialmente los envases, residuos de comida, etc”[30].
- Residuos procedentes de limpieza y de mantenimiento de zonas verdes: “Son de origen vegetal como las hojas de los árboles, las ramas, la hierba, etc., o de contenido animal como los excrementos, los animales muertos, o en general como el polvo, las cenizas, la tierra y otros”[30].
- Residuos en vía pública: “Se trata de objetos que han sido depositados en la vía pública y que por su volumen o por su composición química, requieren un transporte no convencional, incluyendo los coches o sus repuestos (neumáticos, aceites, gasolina, líquidos de frenos, baterías, etc”[30].
- Residuos Sanitarios: “Proceden de actividades de saneamiento llevadas a cabo en hospitales y laboratorios de análisis e investigación, su principal característica es la existencia de gérmenes, agentes patógenos y enfermedades que deben tratarse como desechos especiales”[30].

Residuo de ámbito municipal y no municipal según su gestión

“Los residuos municipales son de origen doméstico (residuos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales desechables, etc.); residuos comerciales (papel, envases, residuos de higiene personal, etc.); residuos urbanos (barrido de calles y carreteras, malas hierbas, etc.) y derivados de actividades que generan desechos semejantes, que deben ser eliminados en vertederos sanitarios”[31].

“En general, los desechos municipales no se consideran tóxicos ni nocivos, y tienen que ser depositados en los recipientes y cubos de basura habilitados para ello en la vía pública, el responsable de su tratamiento y gestión es el servidor municipal de recogida de residuos existe otro tipo de residuos municipales llamados residuos municipales especiales, que son de carácter tóxico y se caracterizan por su alto grado de impacto contaminante en el medio ambiente”[6].

“Este tipo de residuo debe ser arrojado en sitios específicos llamados puntos limpios”[6].

Los residuos del ámbito de gestión no municipal: “Se trata de residuos peligrosos y no peligrosos procedentes de instalaciones industriales o particulares, sin incluir los residuos asimilables a domésticos y comerciales que generan tales actividades, estos desechos son supervisados y sancionados por los ministros o agencias de regulación correspondientes”[6].

Por su peligrosidad

Por su peligrosidad, los residuos pueden ser:

Residuo no peligroso: “Son aquellos que producen los seres humanos en todo lugar y ámbito de su acción, que no representan peligro para la salud y el medio ambiente, tales como: restos susceptibles de fermentación (materia orgánica), residuos combustibles (papel, cartón, plástico, madera, caucho, cuero, trapos, etc. y otros)”[32].

Residuo peligroso: “Los residuos sólidos vertidos por algunas industrias y empresas, que representan un problema sanitario y medioambiental”[32].

1.3.13. Residuos según su biodegradabilidad

Residuos orgánicos

Están compuestos por “materiales procedentes de vegetales, animales y alimentos, que se degradan fácilmente y retornan al suelo, por ejemplo: frutas y verduras, restos de comida, papel, son biodegradables, es decir, tienen la posibilidad de fermentar y provocar procesos de putrefacción, a pesar de que la naturaleza puede aprovecharlos como parte del ciclo vital natural, cuando se juntan permiten la propagación de microbios y plagas, transformándose en potenciales fuentes de contaminación del aire, del agua y del suelo”[33].

Residuos inorgánicos

Son aquellos residuos que no están compuestos por elementos orgánicos: “Están compuestos por residuos como latas, botellas, metales, plásticos y otros productos cotidianos de origen industrial, que demoran mucho tiempo en descomponerse o nunca lo hacen, por lo que se denominan no biodegradables, estos residuos no siempre son inutilizables, ya que hay diferentes formas de utilizarlos o reutilizarlos”[33].

1.3.14. Residuos sólidos aprovechables y no aprovechables

Se clasifican los residuos sólidos en aprovechables y no aprovechables.

Un residuo aprovechable “Es cualquier material, objeto o sustancia que no tenga utilidad directa o indirecta para la persona que lo genera, pero que sea susceptible de incorporarse a un proceso productivo”[34]. Por lo tanto,

un **residuo no aprovechable** “es toda sustancia o materia sólida de procedencia orgánica e inorgánica originada en actividades domésticas, industriales, comerciales e institucionales que no presenta posibilidades de uso o reincorporación en un proceso productivo”[34].

Sin embargo, **Brown**, “Indica que los residuos se dividen en dos grandes grupos”, que se muestran a continuación:

“**Orgánicos.** - Descomposición rápida: restos de alimentos, papel, corte de césped, poda de árboles y otros, Descomposición lenta: textiles, cueros y otros”[35].

“**Inorgánicos.** - Todos los elementos que no se degradan biológicamente (vidrio, aluminio, chatarra y latas)”[35].

Por otro lado, tenemos a **Rodríguez**, quien “establece en su libro Gestión Integral de Residuos Sólidos una secuencia de etapas delimitadas de manera jerárquica como sigue: reducción en origen; recuperación y valorización; tratamiento y transformación; disposición final regulada”[36].

1.3.15. Riesgos relacionados al inadecuado manejo de residuos sólidos

“Para entender mejor sus consecuencias sobre la salud humana, es preciso diferenciar los efectos directos de los riesgos indirectos que pueden ocasionar”[37].

- **Riesgos directos:** “Se producen por medio del acceso inmediato a los restos sólidos, en la mayoría de los casos por la mezcla de éstos con materiales peligrosos como cristales rotos, metales, jeringuillas, cuchillas de afeitar, excrementos, residuos de instalaciones sanitarias y residuos industriales”[37].
- **Riesgos indirectos:** “La más relevante es la aparición de animales, ya que son transmisores de microorganismos y, por tanto, transmisores de patologías, denominados portadores (moscas, mosquitos, ratas y cucarachas) que, junto a la alimentación, tienen en los residuos sólidos un medio propicio para su reproducción, lo que se transforma en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades”[37].

1.3.16. Técnicas de minimización de residuos sólidos

Relleno sanitario

“Infraestructura para la eliminación sanitaria y ambientalmente correcta de los residuos sólidos por encima o por debajo del suelo, basada en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria”[38].

Reciclaje

“Técnica de reutilización de residuos sólidos que implica un proceso de transformación de los para que cumplan su finalidad inicial u otros fines con el fin de obtener materias primas, permitiendo la minimización de la generación de residuos”[39].

Segregación en la fuente

“Acción clasificar ciertos componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para su manejo especial, existe un código de colores para la eliminación de los residuos sólidos según su clasificación”[40].

Compostaje

“Dicha técnica consta de la descomposición de la sustancia orgánica por parte de organismos aerobios, el fin es obtener un residuo que mejore el suelo para la siembra, pero no es un fertilizante”[38].

1.3.17. **Generador**

“Persona física o jurídica que genera residuos como resultado de sus actividades, ya sea como fabricante, importador, distribuidor, comerciante o usuario también se considera generador al poseedor de residuos peligrosos, cuando no se puede identificar al generador real, y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recogida”[41].

1.3.18. **Reciclaje de residuos orgánicos**

“Para reducir el deterioro del medio ambiente y proteger la salud humana, es necesario emplear abonos orgánicos como formas sustitutivas de fertilización de los cultivos, para lo cual es preciso llevar a cabo campañas de concienciación sobre la importancia del uso de los abonos orgánicos”[42].

“Es preciso formar a los agricultores y no agricultores con técnicas para producir abonos orgánicos, reduciendo así el volumen de residuos orgánicos y generando abonos de calidad a bajo coste, ya que el uso de abonos orgánicos es muy relevante para evitar la erosión del suelo, fertilizar las plantas, producción de alimentos sanos y reducir enfermedades estomago en los hombres”[42].

Al separar la materia orgánica logramos:

Conseguir aditivos orgánicos que mejoran el estado y la condición del suelo.

Disminución de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

Prevenir la contaminación de los suelos, los cursos de agua y los acuíferos.

Permitimos un mejor tratamiento de otras fracciones de residuos: envases, papel y vidrio.

Generación biogás como recurso energético renovable.

Las siguientes enmiendas orgánicas y otras pueden prepararse reciclando residuos orgánicos:

Compost: “es un proceso biológico aeróbico (con existencia de oxígeno) que, en circunstancias controladas de aireación, humedad y temperatura, convierte los residuos orgánicos susceptibles de degradación en un producto sano y estabilizado conocido como compost, que puede utilizarse como abono orgánico”[43].

“El procedimiento de compostaje simula la evolución de la sustancia orgánica en la atmósfera, homogeneizando los contenidos, reduciendo su peso y cantidad e higienizándolos. Este proceso permite el regreso de la carga orgánica al suelo y su reintegración en los ciclos biológicos”[43].

Humus: “Se podría precisar como una materia orgánica de composición completa, muy estabilizada, procedente de la actuación final de microorganismos a partir de desechos biológicos, su estabilidad no es completa, en climas templados se mineraliza un 2% anualmente puede llegar a formar complejos con minerales arcillosos, complejos arcillo-húmicos, de gran estabilidad y que constituyen la base de la fertilidad duradera del suelo”[44].

Biol: “fuente de fitoreguladores procedentes de la degradación anaeróbica (sin la actuación del aire) de los residuos orgánicos procedentes de la filtración o decantación del biofertilizante”[45].

Bocashi: “es una expresión en japonés que indica materia biológica en fermentación. Por lo general, para la producción de bocashi, los agricultores de Japón utilizaban sustancias orgánicas como salvado de arroz, torta de soja, polvo de pescado y tierra del bosque como agentes inoculadores para los microorganismos”[46].

“Los agricultores de Japón han utilizado el bocashi como fertilizante, incrementando la variedad microbiana, favoreciendo las características físico-químicas, evitando la propagación de plagas y aportando elementos nutritivos para el crecimiento de los vegetales”[46].

Biogás: “Es un gas compuesto mayoritariamente por gas metano (55% - 65%) resultante de la descomposición anaerobia (en falta de oxígeno molecular) de la sustancia biológica, este gas recibe diversos apelativos, según el lugar donde se forme, ya que la descomposición anaerobia es muy común en los pantanos se denomina gas de humedal o gas de pantano. No obstante, no depende del lugar donde se forme, todo el biogás se genera con las propias reacciones químicas para que tenga casi la propia composición del gas”[46].

1.3.19. Tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos

“Se conoce como tratamiento de residuos a los diferentes procesos o métodos con el fin de convertir el carácter físico, químico o biológico de un residuo orgánico, para

transformarlo en un elemento inerte, para que pueda ser manejado con mayor seguridad, sin causar daños al ambiente”[47].

Por lo tanto, “Las principales tecnologías de tratamiento de desechos son las siguientes”[48].

Vermi-compostaje: “Es un método parecido al compostaje, pero en esta técnica se añaden lombrices de tierra, especialmente las del género *Eisenia Foetida*, que a partir de sus conductos digestores, transforman conjuntamente con la existencia de otros organismos microbianos la materia orgánica para obtener vermi-compost o también llamado humus”[48].

Compost: “El compost es un tipo de abono orgánico obtenido a través de la fermentación de materias biodegradables en existencia de oxígeno, hongos, bacterias y diferentes microorganismos en condiciones adecuadas de aireación, temperatura y humedad”[48].

Biogás: “El biogás es un elemento combustible que procede de la biomasa de diferentes tipos de residuos, que puede ser de origen orgánico, animal o vegetal. El gas conseguido se utiliza como combustible para generar energía”[48].

Incineración: “La incineración es un método de tratamiento que consta de la oxidación de los elementos existentes en los desechos, en general, aquellos que favorecen la combustión, dicha oxidación se produce a partir de un incremento de la temperatura, donde generalmente se adicionan materiales que facilitan la combustión”[48].

Relleno Sanitario: “El vertedero es un tipo de técnica para tratar los residuos, para su implementación es preciso hacer uso de instrumentos de ingeniería para diseñar un área para el encierro de los mismos, la finalidad es disminuir los impactos sobre la salud y el medio ambiente haciendo que el material contaminante no escape de los límites del vertedero a través de su almacenamiento”[48].

1.4. Formulación de problema

En los recientes años, a causa del crecimiento acelerado de los sectores urbano e industrial y de los diversos efectos ambientales de la inadecuada gestión de los residuos, la relevancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos ha empezado a adquirir mayor valor, ya que es preciso reutilizarlos.

El compostaje pasa a formar parte de esta gestión alternativa, en la que la integración de la comunidad es esencial, ya sea como abono de los residuos sólidos orgánicos, como consumidor del compost producido o como beneficiario de la reducción de la parte putrescible de los residuos.

El mayor impedimento para el aprovechamiento de los residuos sólidos en el Perú se debe a las cadenas de reciclaje que están absolutamente atomizadas y conformadas por personas formales en su minoría y mayormente informales sin conexión con la municipalidad o la comunidad; donde el reciclaje se dirige básicamente a la recolección de residuos sólidos inorgánicos, PET, papel, metales principalmente, haciendo a un lado los residuos sólidos orgánicos.

El manejo inapropiado de los residuos sólidos y la carencia de información están ocasionando problemas de contaminación del agua, aire y suelo, así como la disminución de especies vegetales que tienen su hábitat en este medio natural.

Actualmente, la economía mundial y las tendencias de consumo provocan un crecimiento en el flujo de Residuos Sólidos Orgánicos, generando así la degradación del medio ambiente debido a la incorrecta gestión de los residuos por la falta de sistemas para tratarlos correctamente, este problema es el mismo para los países desarrollados y para los países en vías de desarrollo.

Entre los procesos que incluyen la gestión y el tratamiento adecuados de los residuos sólidos están los métodos de compostaje, que se basan en una concepción sistémica del origen y el uso de los residuos sólidos, transformándose en un método de recuperación y reciclaje de los residuos orgánicos.

Por lo tanto, el problema ambiental en el distrito de Ica reside en el manejo inapropiado de los desechos sólidos que se generan en grandes proporciones ni aprovechamiento de los desechos orgánicos

1.4.1. Problema principal

¿Cómo Aprovechar los residuos sólidos Municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿Qué técnica se debe conocer para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023?

PE2: ¿Cómo se aprovecha los residuos sólidos orgánicos para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Aprovechar los residuos sólidos Municipales para la producción de compost En el Distrito de Ica, 2023

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Conocer las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023.

OE2: Aprovecha los residuos sólidos municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023.

1.6. Hipótesis y variables de la investigación

1.6.1. Hipótesis principal

El Aprovechamiento de los residuos sólidos Municipales permitirá la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023.

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1: El Conocimiento de las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost darán una mejor utilización de los residuos en el Distrito de Ica, 2023.

HE2: El Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la producción de compost servirá para el mejoramiento de suelos en el Distrito de Ica, 2023.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Aprovechamiento de los residuos sólidos

1.7.2. Variable dependiente

Compost

1.7.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
VI: “Aprovechamiento de los residuos sólidos”	“Conjunto de operaciones dirigidas a la obtención de los recursos contenidos en los residuos mediante la reutilización, valorización, reciclado o recuperación de los mismos”[49].	D_{I,1}: “Sensibilización”	“Aprovechamiento de los residuos”	“Encuesta”
VD: “Compost”	“El compost permite mejorar la composición y la estructura de los suelos, contribuye a disminuir la degradación del suelo y también favorece la filtración del agua con facilidad a través del subsuelo hasta las raíces de las plantas, es decir, nutre y fortalece los campos donde se realiza la agricultura”[50].	D_{D1}: “Efectos en la salud”. D_{D2}: “Medidas de protección”	“Número de personas”	“Estadística de fiabilidad de Alfa de Cronbach”

1.8. Justificación e Importancia

1.8.1. Justificación

La investigación permitirá hallar una solución eficaz a sus problemas a base de compostaje con el fin de comercializarlo al sector agrícola de la región, logrando generar una fuente de ingresos adicional para la comunidad

Por ello esta investigación se justifica porque, este trabajo ayudará a los estudiantes de posgrado de ingeniería ambiental y sanitaria, nuestras autoridades y el público sensibilice sobre la protección del medio ambiente.

1.8.2. Importancia

Esta investigación es importante ya que beneficia al Distrito de Ica evitando en lo posterior exponerse a focos infeccioso generado por el mal tratamiento de los residuos sólidos y evitando impactos negativos en su salud.

La importancia del actual trabajo de investigación consiste en que al difundir información fundamental y autentica, podría ser utilizada para la toma de medidas y determinaciones a largo plazo de forma cualitativa con las respectivas autoridades, correspondiente a la producción de compost y así los pobladores en un futuro no se vea afectados y tenga una mejor calidad de vida.

Por lo tanto, es de suma importancia establecer un adecuado manejo de estos residuos, ya que son perjudicial para la salud humana y el medio ambiente, por esto queremos darles una mejor gestión de residuos.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

La estrategia metodológica nos ayudará a determinar las técnicas, métodos y procedimientos para dar solución a la problemática, objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación.

2.1. Área de estudio

“Se localiza en el Provincia de Ica, es uno de los catorce distritos que forman la provincia de Ica, cuenta con una población de 150,280 habitantes (según Censo INEI 2017), tiene una altitud 409 m.s.n.m.”[51].

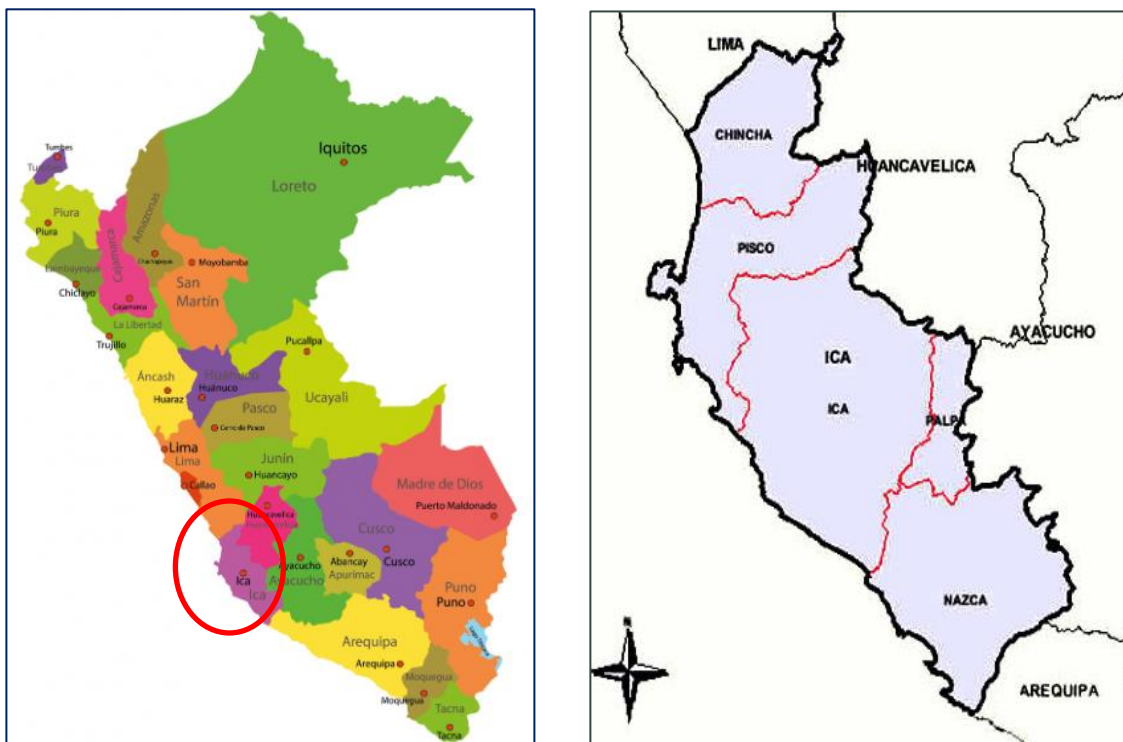


Figura 1: Departamento de Ica

“El departamento de Ica, es uno de los veinticuatro departamentos que forman la República del Perú, ubicado en el centro oeste del país, limitando al norte con Lima, al este Huancavelica y Ayacucho, al sur Arequipa y al oeste el Océano Pacífico”[52].

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE ICA

“El **distrito de Ica** es uno de los catorce distritos que forman la provincia de Ica, en el Perú. Limita al norte con el distrito de Subtanjalla y San Juan Bautista ,al este con el distrito de Santiago, Pueblo Nuevo, Los Aquijes, Parcona y la Tinguña, al sur con el distrito de Ocucaje y el océano Pacífico; y al oeste con la provincia de Pisco; y se encuentra bajo la administración del Gobierno regional de Ica”[53].



Figura 2: Ubicación geográfica del Distrito de Ica

Departamento de Ica

Provincia de Ica

Distrito de Ica

“El Crecimiento del distrito de Ica se ha venido desarrollando con el tiempo hoy en día está formado por varias zonas como La Angostura, Urb. Las Casuarinas, Los Molinos, San Joaquín, Urb. El Carmen, Divino Maestro, Urb. Villa del Sol, Urb. Santa Rosa del Palmar, La Palma, Cachiche, Urb. Los Morales, San Isidro, El Carmen, Villa los Educadores, Pueblo Joven y Urb. Las Palmeras”[53].

Tabla 2: “*Datos físicos del distrito de Ica*”[53].

Coordenadas	14°03'50"S 75°43'45"O
Superficie Total	887.51 km ²
Altitud Media	409 m s. n. m.
Población Total	150 280 hab.
Densidad	169,33 hab./km ²

2.2. Metodología de investigación

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo, “El tipo de estudio de la investigación es longitudinal”[54].

Nivel, “El nivel descriptivo”[55].

Diseño, “según el análisis y el alcance de los resultados esta investigación es de diseño experimental”[56].

2.2.2. Población y muestra

Población

Estará constituida por viviendas del Distrito de Ica

Muestra

La muestra se determinará de forma aleatoria, que estará representada por las viviendas del programa de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos.

2.3. Procedimiento de la metodología general

2.3.1. Técnica de recolección de datos

“Se utilizará la *técnica* de la observación, análisis, encuesta e inmersión en el campo”[57].

2.3.2. Instrumento de recolección de datos

“Como *instrumento* de recojo de información se utilizarán: Guía de observación, cuestionario de preguntas, fichas bibliográficas”[57].

2.3.3. Análisis e interpretación de datos

Carrasco, “La documentación que se realizará será encausada mediante el software Excel, del mismo modo se analizará mediante la hipótesis estadística, para las variables principales del estudio y también para las dimensiones efectos, paquete estadístico SPS”[58].

Tabla 3: *Funcionarios de la municipalidad*

Nº	DIRECTORIO	CARGO
1	Carlos Reyes Roque	Alcalde
2	Mario López Saldaña	Gerente municipal
3	Orlando Santiago Quispe	Gerente de administración
4	Manuel Chacaltana Garcia	Gerente de recursos humanos
5	Norma Pérez Tipacti	Sub Gerente de programas sociales
6	Agusto Ponce Farfán	Sub Gerente de transporte y transito
7	Peter Solís Alva	Sub Gerente de desarrollo económico
8	Eloy Farfán Granda	Gerente de protección del medio ambiente y salubridad
9	Cesar Vásquez Serna	Sub Gerente de participación ciudadana, educación y deporte
10	Fredy Céspedes Carpio	Gerente de transporte, tránsito y seguridad vial
11	José Ordoñez Castro	Asesor de alcaldía
12	Erin Gómez Aparcana	Sub Gerente Control patrimonial

13	Nicanor García Escate	Sub Gerente de tesorería
14	Katy Pillaca Zea	Sub Gerente de logística

III. RESULTADOS

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE ICA

“El distrito de Ica es uno de los distritos de catorce que integran la provincia homónima en Perú. Al norte, colinda con los distritos de Subtanjalla y San Juan Bautista; al este, con Santiago, Pueblo Nuevo, Los Aquijes, Parcona y La Tinguña; al sur, con Ocucaje y el océano Pacífico; y al oeste, con la provincia de Pisco. Su administración está a cargo del Gobierno Regional”[53].

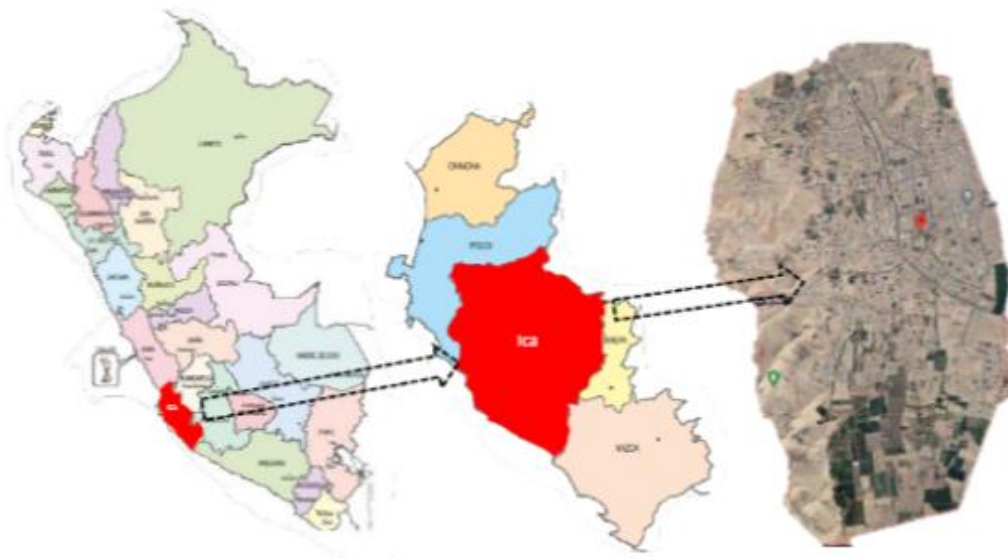


Figura 3: Ubicación geográfica del Distrito de Ica

Departamento de Ica

Provincia de Ica

Distrito de Ica

“El desarrollo del distrito de Ica ha progresado a lo largo del tiempo, conformándose en la actualidad por diversas zonas como La Angostura, Urbanización Las Casuarinas, Los Molinos, San Joaquín, Urbanización El Carmen, Divino Maestro, Urbanización Villa del Sol, Urbanización Santa Rosa del Palmar, La Palma, Cachiche, Urbanización Los Morales, San Isidro, El Carmen, Villa Los Educadores, Pueblo Joven y Urbanización Las Palmeras”[53].

Tabla 4: “*Datos físicos del distrito de Ica*”[53].

Coordenadas	14°03'50"S 75°43'45"O
Superficie Total	887.51 km ²
Altitud Media	409 m s. n. m.
Población Total	150 280 hab.
Densidad	169,33 hab./km ²

El objetivo de este proyecto es promover una cultura ambiental enfocada en la separación de residuos en su origen. Se enfatiza la importancia de una correcta clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, ofreciendo la oportunidad de transformarlos en insumos que mejoran la calidad del suelo.

Además, planeamos capacitar a 90 familias beneficiarias en el proceso óptimo de compostaje. Una vez capacitadas, se les proporcionarán bolsas para la segregación de los residuos orgánicos adaptadas a las condiciones de sus viviendas, así como suministros para controlar los olores generados durante la segregación y acelerar la degradación de los residuos.

Posteriormente, se realizará un seguimiento de las viviendas seleccionadas para evaluar su desempeño en el proceso de segregación, con el objetivo de expandir esta estrategia a más hogares del municipio en el futuro.

ASPECTOS AMBIENTALES

El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ica Perú

“En Ica, los veranos son calurosos, áridos y con cielos nublados, mientras que los inviernos son cómodos, secos y mayormente despejados. Durante el año, las temperaturas generalmente varían entre los 15 °C y los 28 °C, y raramente descienden por debajo de los 12 °C o superan los 31 °C”[59].

El clima en Ica

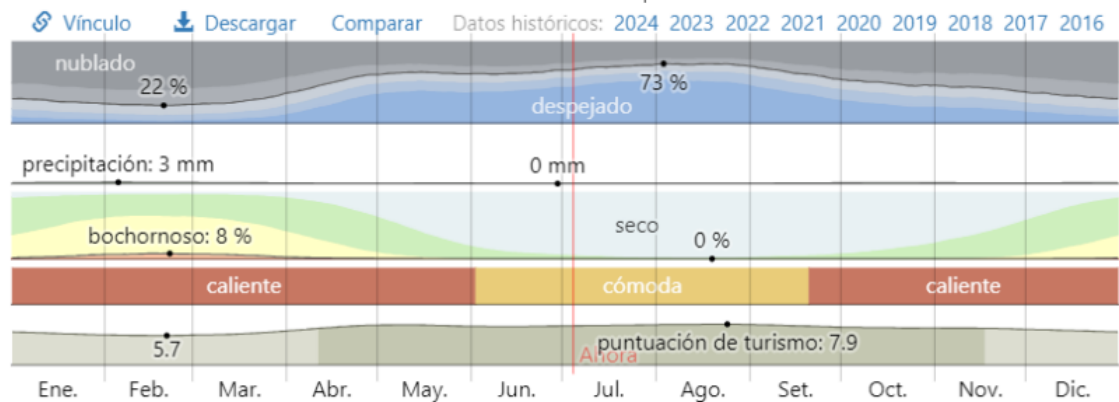


Figura 4: El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ica

Temperatura promedio en Ica

“La temporada cálida en Ica dura aproximadamente 3.3 meses, desde el 2 de enero hasta el 11 de abril, con una temperatura máxima promedio diario superior a los 27 °C. El mes más cálido es febrero, con temperaturas máximas promedio de 28 °C y mínimas de 20 °C”[59]

En contraste, la temporada fría tiene una duración de 3,3 meses, comprendida entre el 5 de junio y el 14 de septiembre, durante la cual la temperatura máxima diaria promedio es inferior a 24 °C. El mes de julio se destaca como el más frío del año, presentando temperaturas mínimas promedio de 15 °C y máximas de 23 °C”[59]

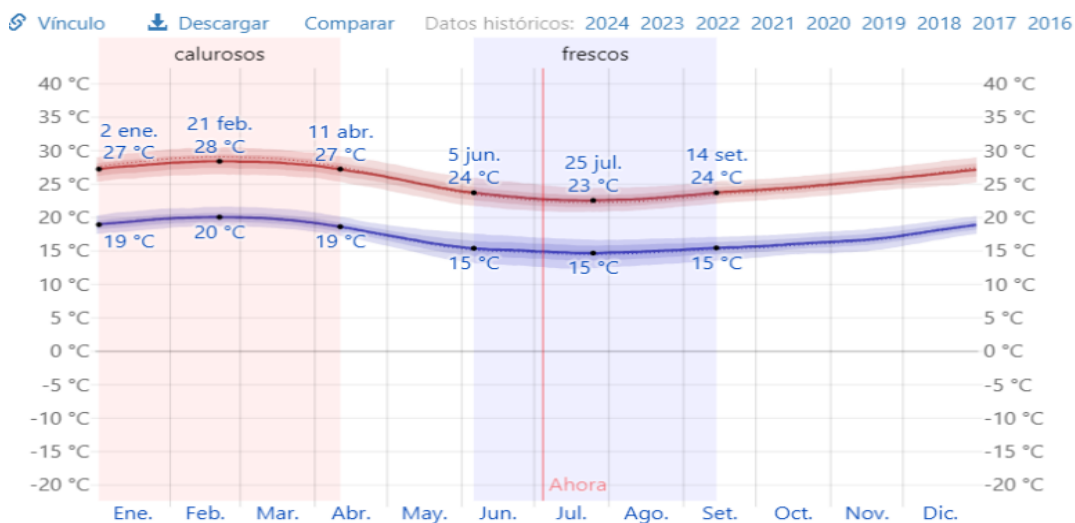


Figura 5: Temperatura máxima y mínima promedio en Ica

“La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes”[59]

Nubes

“En Ica, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía *extremadamente* en el transcurso del año”[59].

“La época más despejada del año en Ica se inicia aproximadamente el 13 de abril y se extiende por cerca de 6,2 meses, finalizando alrededor del 21 de octubre. Agosto se destaca como el mes con mayor claridad, con cielos despejados, mayormente despejados o parcialmente nublados el 72 % del tiempo”[59].

En contraste, “La época más nublada del año comienza aproximadamente el 21 de octubre y se prolonga por 5,8 meses, hasta alrededor del 13 de abril. Febrero es el mes con mayor nubosidad, presentando cielos nublados o mayormente nublados el 77 % del tiempo”[59].

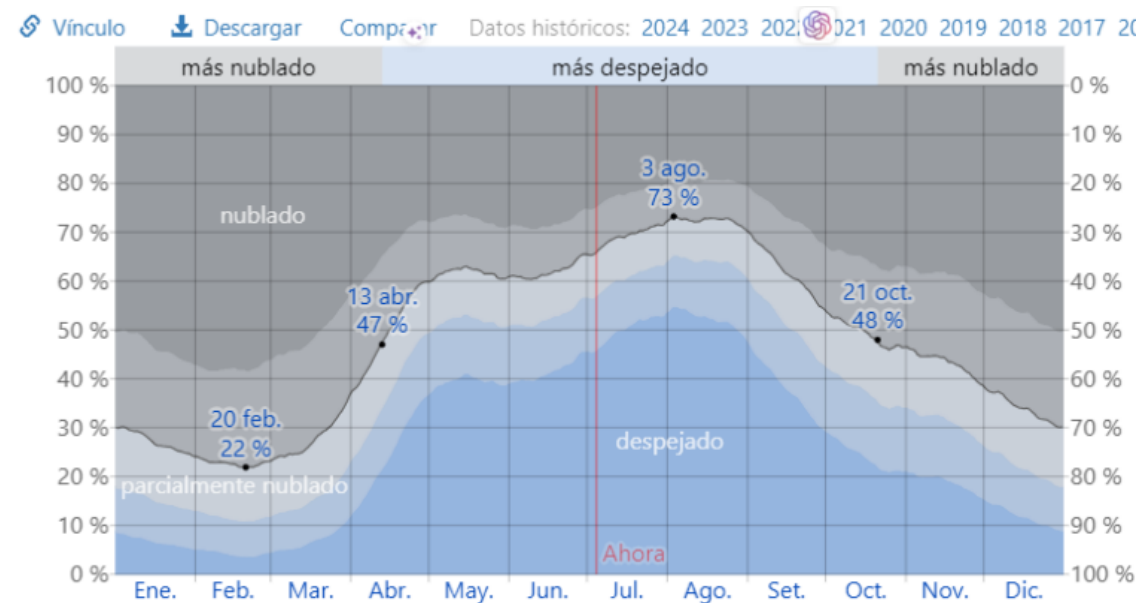


Figura 6: Categorías de nubosidad en Ica

Precipitación

“En Ica, la frecuencia de días con precipitaciones (aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida o su equivalente) no presenta variaciones significativas según la estación, fluctuando entre un 0 % y un 3 %, con un promedio del 1 %. Entre estos días con precipitaciones, se distinguen aquellos con solo lluvia, solo nieve o una combinación de ambas. Febrero es el mes que registra

más días con solo lluvia, con un promedio de 0,6 días. En esta clasificación, el tipo de precipitación predominante a lo largo del año es la lluvia, alcanzando su máxima probabilidad del 3 % el 13 de febrero”[59].

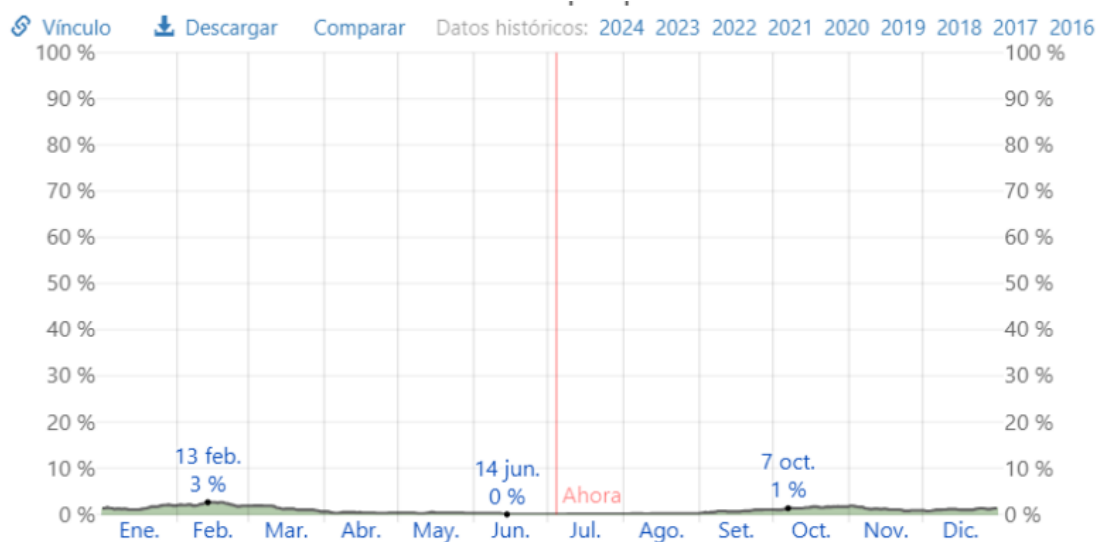


Figura 7: Precipitación

Sol

“Durante la primavera en Ica, la duración del día se incrementa rápidamente. Desde el inicio hasta el final de la estación, el día se alarga en 1 hora y 3 minutos, lo que equivale a un incremento promedio diario de 42 segundos y un aumento semanal de 4 minutos y 53 segundos. El día más corto de la primavera es el 1 de septiembre, con 11 horas y 51 minutos de luz, mientras que el día más largo es el 30 de noviembre, con 12 horas y 54 minutos de luz”[59].



Figura 8: Horas de luz natural y de crepúsculo en la primavera en Ica

“La cantidad de horas durante las cuales el sol es visible (línea negra) se puede representar visualmente mediante bandas de color que indican diferentes niveles de luz: desde la luz natural total (más amarilla), pasando por el crepúsculo (civil, náutico y astronómico) hasta la noche”[59].

Humedad

“El nivel de confort en relación con la humedad se basa en el punto de rocío, ya que este determina la capacidad del sudor para evaporarse de la piel, enfriando así el cuerpo. Un punto de rocío más bajo se percibe como más seco, mientras que un punto de rocío más alto se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que puede variar significativamente entre el día y la noche, el punto de rocío cambia de manera más gradual. Por lo tanto, aunque la temperatura disminuya durante la noche, en un día húmedo la sensación de humedad puede persistir durante la noche”[59].

“La probabilidad de que un día sea bochornoso en Ica se mantiene prácticamente constante durante la primavera, alrededor del 0 %. A modo de referencia, el 22 de febrero, que es el día más bochornoso del año, presenta condiciones bochornosas el 8 % del tiempo. En contraste, el 6 de junio, el día menos bochornoso del año, no registra condiciones bochornosas (0 % del tiempo)”[59].

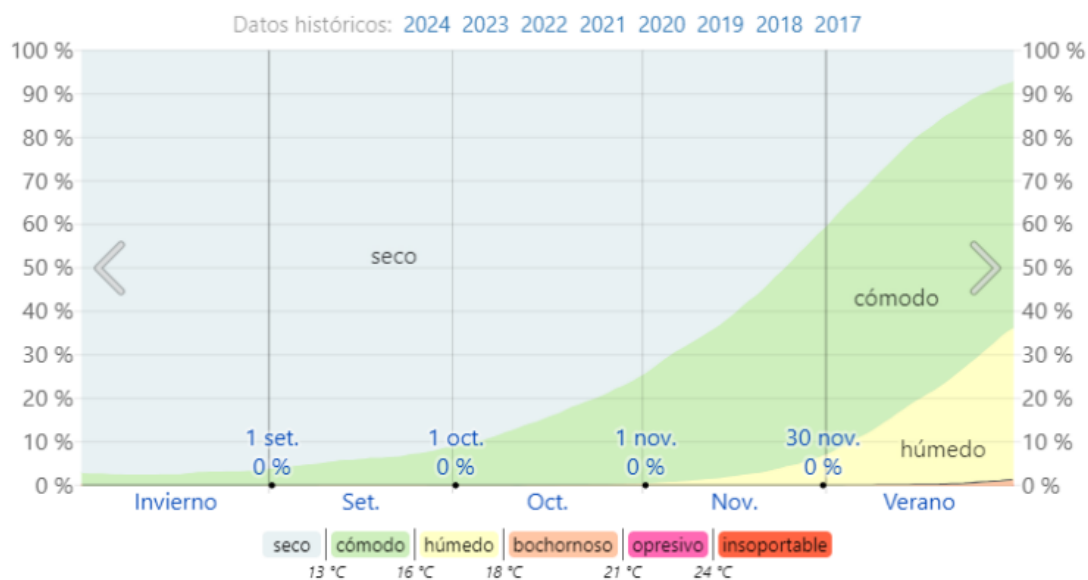


Figura 9: Niveles de comodidad de la humedad en la primavera en Ica

Viento

“Esta sección se enfoca en el vector promedio del viento por hora para el área amplia, considerando tanto la velocidad como la dirección a 10 metros sobre el suelo. El viento en una ubicación específica depende en gran medida de la topografía local y otros factores. Además, la velocidad y dirección instantáneas del viento presentan variaciones más amplias en comparación con los promedios horarios”[59].

“La velocidad promedio del viento por hora en Ica se mantiene esencialmente constante durante la primavera, oscilando en un margen de 0,2 kilómetros por hora alrededor de los 14,3 kilómetros por hora durante toda la estación”[59].

“Como referencia, el 6 de octubre, el día más ventoso del año, la velocidad promedio diaria del viento es de 14.5 kilómetros por hora, mientras que el 30 de mayo, el día más calmado del año, la velocidad promedio diaria del viento es de 12.6 kilómetros por hora. Durante la primavera, la velocidad diaria promedio máxima del viento alcanza los 14.5 kilómetros por hora el 6 de octubre”[59].

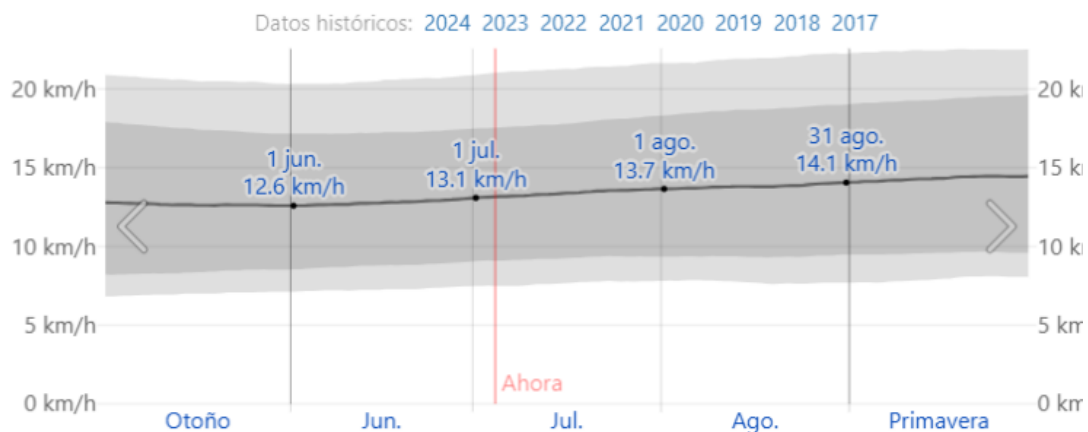


Figura 10: Velocidad promedio del viento en el invierno en Ica

“El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°”[59].

Temperatura del agua

“Ica está ubicada cerca de una gran masa de agua, como un océano, mar o lago grande. Esta sección informa sobre la temperatura promedio de la superficie del agua en un área amplia. Durante el invierno, la temperatura promedio de la superficie del agua en Ica disminuye gradualmente en 2 °C, pasando de 18 °C a 16 °C a lo largo de la estación”[59].

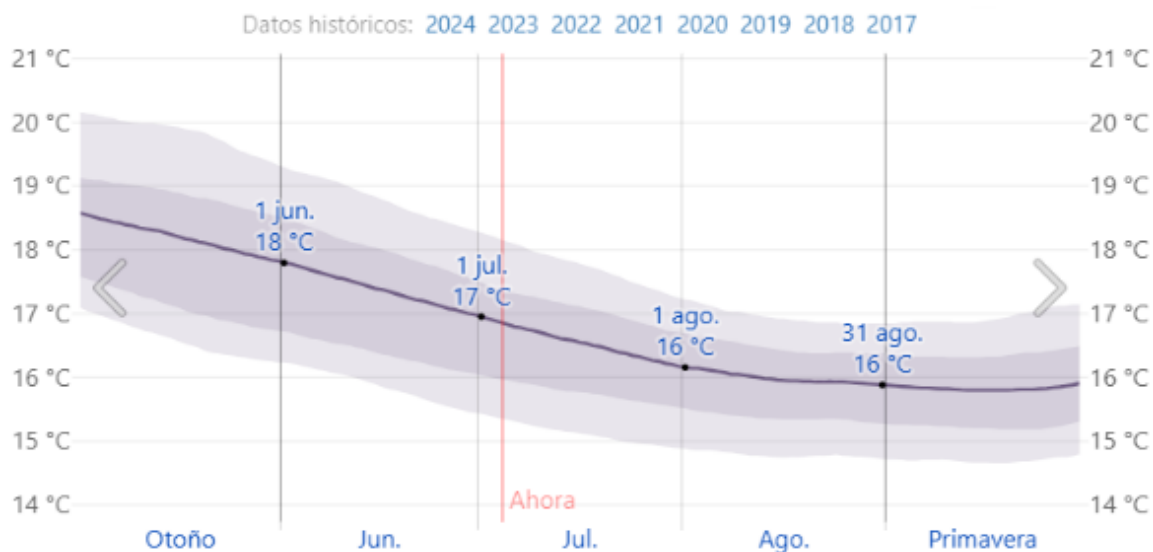


Figura 11: Temperatura promedio del agua durante el invierno en Ica

“El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°”[59].

Temperatura del agua

“Ica se encuentra cerca de una gran masa de agua, como un océano, mar o lago grande. Esta sección informa la temperatura promedio de la superficie del agua en un área amplia”[59].

“La temperatura promedio de la superficie del agua en Ica disminuye gradualmente durante el invierno, pasando de 18 °C a 16 °C a lo largo de la estación, con una disminución total de 2 °C”[59].

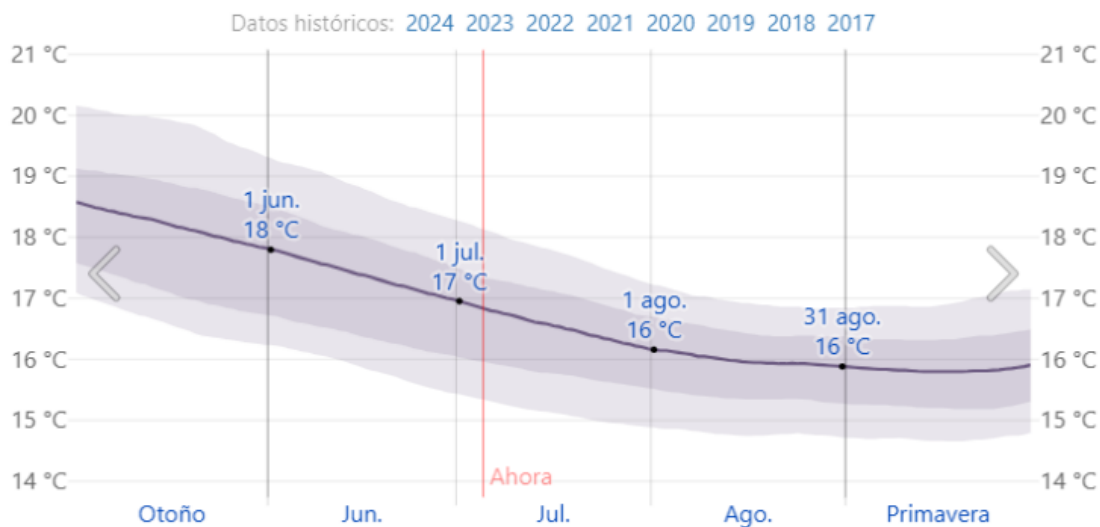


Figura 12: Temperatura del agua

La temperatura diaria promedio del agua (línea púrpura), con las bandas de los percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.

Energía solar

“Esta sección aborda la energía solar total diaria de onda corta que llega a la superficie terrestre en un área amplia. Se consideran las variaciones estacionales en la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción por parte de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye tanto la luz visible como la radiación ultravioleta”[59].

“La energía solar de onda corta incidente diario promedio en Ica *aumenta* durante el invierno, con un aumento de 1.2 kWh, de 5.7 kWh a 6.8 kWh en el transcurso de la estación”[59].

“La energía solar de onda corta incidente diario promedio más baja en el invierno es 5.5 kWh el 21 de junio”[59].

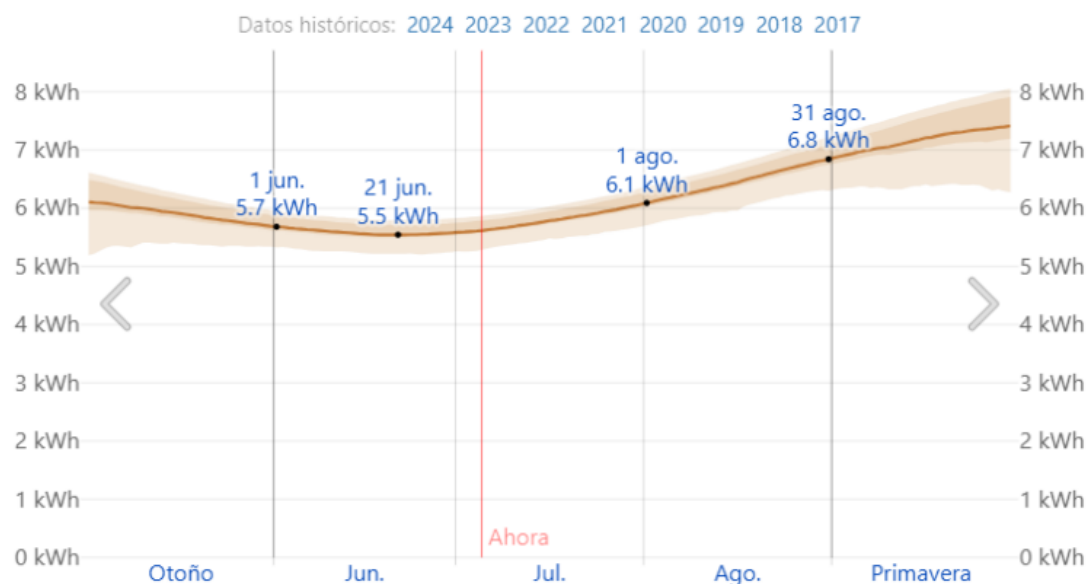


Figura 13: Energía solar de onda corta incidente diaria promedio en el invierno en Ica

La energía solar de onda corta promedio diario que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.

“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN”[60].

“El municipio **SI** cuenta con Estudio de Caracterización aprobado el año **2013**”[60].

“El número de muestra obtenida es de **90** viviendas”[60].

“La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios es de **0.434** kg./hab./día”[60].

“La Densidad promedio de los Residuos Sólidos Domiciliarios compactados es de **236.343** Kg/m³ y sin compactar es de **153.847** Kg/m³”[60].

“El porcentaje de humedad de los residuos sólidos es de **0.42%**”[60].

“La Composición de Residuos Sólidos Domiciliarios es para”[60]:

Tabla 5: Generación per cápita en el distrito de Ica

Estrato	GPC (kg/hab/día)
Alto	0.449
Medio	0.428
Bajo	0.424
Promedio distrital	0.434

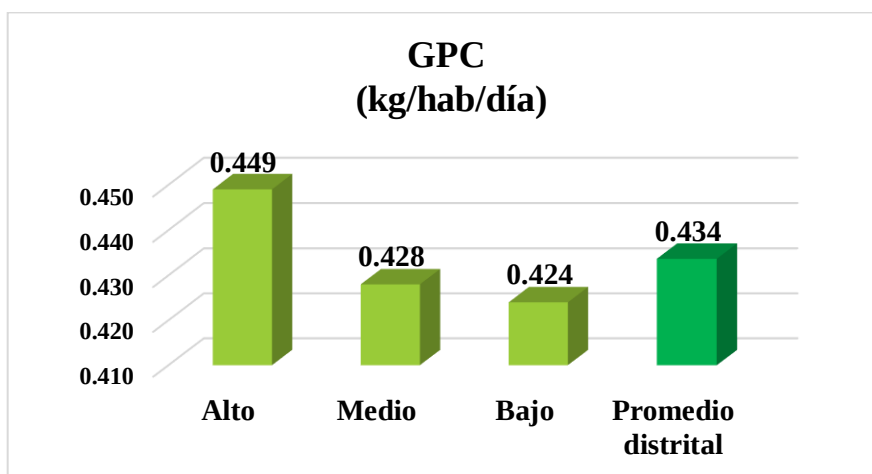


Figura 14: Generación per cápita en el distrito de Ica.

Densidad

Tabla 6: La densidad aparente y la densidad de residuos compactados se determinaron, siendo los resultados

ESTRATO	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	PROM
DENSIDAD APARENTE (kg/m³)								153.847
ALTO	133.241	171.123	152.052	146.304	115.476	173.973	172.43	152.086
MEDIO	137.16	111.034	180.267	108.683	121.485	171.385	231.474	151.641
BAJO	144.998	141.079	177.501	176.349	108.422	227.294	129.061	157.815
DENSIDAD COMPACTADA (kg/m³)								236.343
0	181.692	273.069	242.636	195.943	135.323	255.161	331.596	230.774
MEDIO	263.769	208.189	287.661	169.817	171.912	233.706	310.01	235.009
BAJO	263.769	215.937	264.695	264.523	165.952	334.255	193.592	243.246

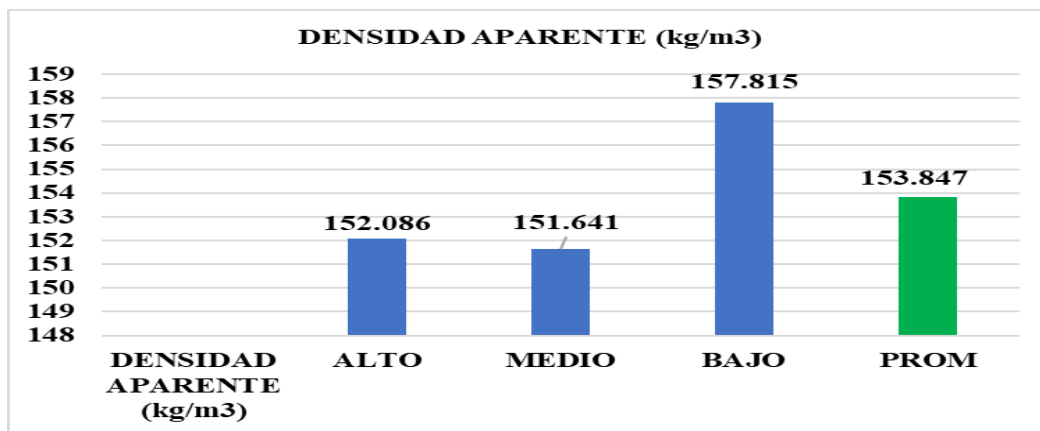


Figura 15: Densidad aparente (kg/m³)

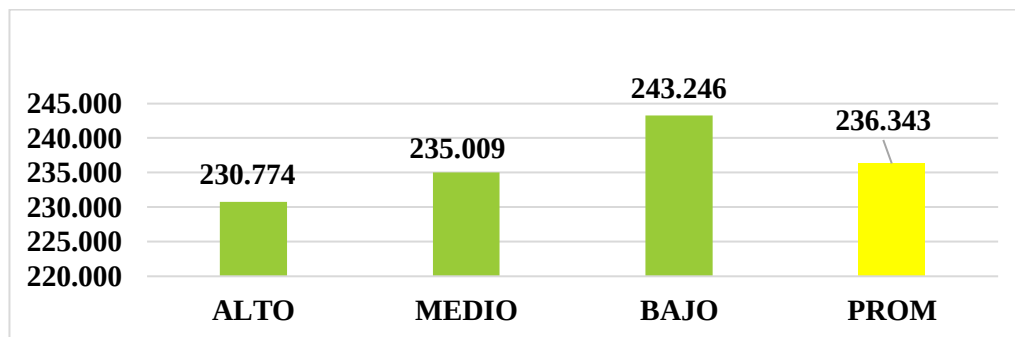
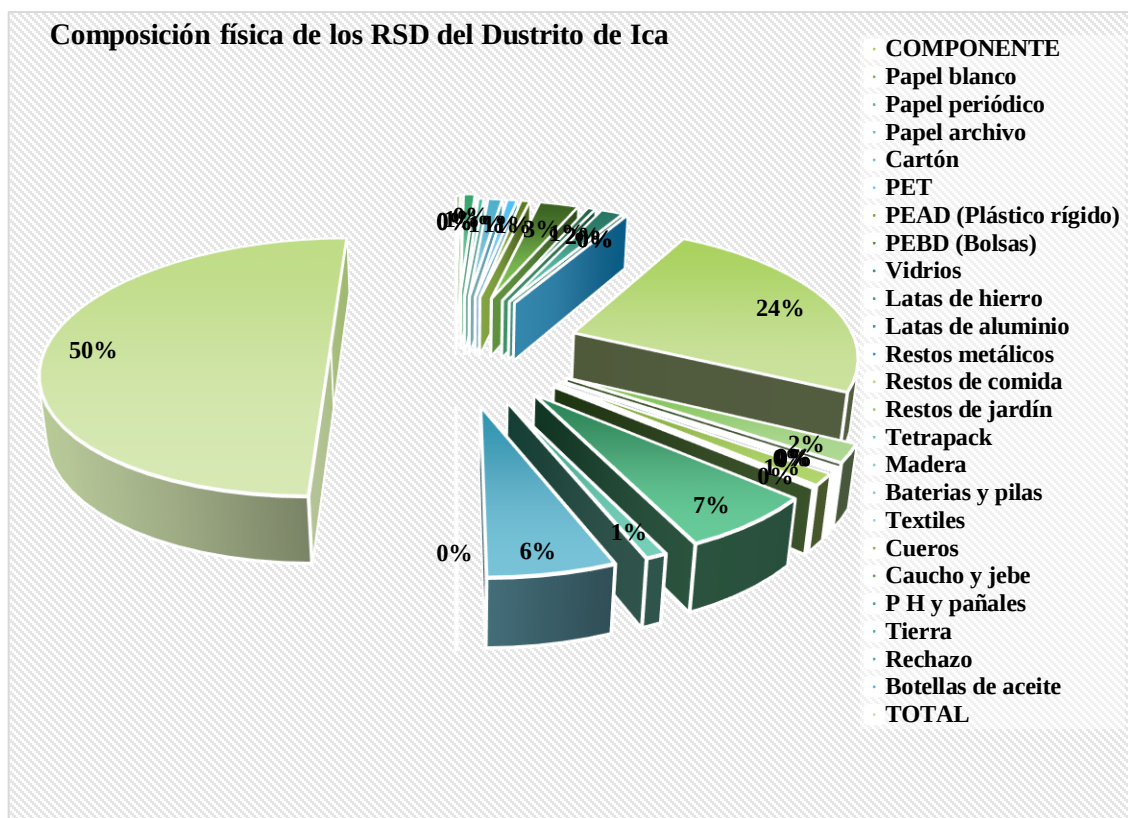


Figura 16: Densidad compactada (kg/m³)

Composición física

Tabla 6: Para los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Ica es como sigue

	ALTO	MEDIO	BAJO	MEDIA PONDERADA
COMPONENTE	% PESO	% PESO	% PESO	% PESO
Papel blanco	0.49	1.13	1.00	0.87
Papel periódico	1.53	2.27	0.83	1.54
Papel archivo	0.76	1.11	0.83	0.90
Cartón	1.89	1.03	1.76	1.56
PET	1.34	1.16	1.50	1.33
PEAD (Plástico rígido)	1.17	1.98	1.37	1.51
PEBD (Bolsas)	5.26	4.87	6.69	5.61
Vidrios	1.04	0.85	0.77	0.89
Latas de hierro	3.01	1.91	1.44	2.12
Latas de aluminio	0.03	0.01	0.09	0.04
Restos metálicos	0.00	0.07	0.11	0.06
Restos de comida	48.59	38.07	35.34	40.67
Restos de jardín	4.34	7.98	2.85	5.06
Tetrapack	0.24	0.07	0.03	0.11
Madera	0.04	0.14	0.21	0.13
Baterías y pilas	0.12	0.28	0.06	0.15
Textiles	0.37	1.93	1.70	1.33
Cueros	2.78	0.39	0.41	1.19
Caucho y jebe	0.00	0.33	0.38	0.24
P H y pañales	13.16	7.83	5.35	8.78
Tierra	1.96	4.84	11.68	6.16
Rechazo	11.78	21.52	25.31	19.54
Botellas de aceite	0.10	0.23	0.29	0.21
TOTAL	100	100	100	100.00



***Figura 17:** Composición física de los RSD*

Producción total de Residuos sólidos domiciliarios

Basándose en la población de 2017 proporcionada por el INEI, junto con la generación per cápita y la composición de los residuos sólidos domésticos (RSD), se calculó la producción total de residuos sólidos generados en el distrito de Ica

Tabla 7: Composición y producción total de RSD en el distrito de Ica.

COMPONENTE	% PESO	kg/día	ton/día	ton/mes	ton/año
Papel blanco	0.87	486.60	0.487	14.598	175.1742
Papel periódico	1.54	860.76	0.861	25.823	309.87216
Papel archivo	0.90	504.04	0.504	15.121	181.45512
Cartón	1.56	870.96	0.871	26.129	313.54524
PET	1.33	744.21	0.744	22.326	267.91668
PEAD (Plástico rígido)	1.51	841.24	0.841	25.237	302.84604
PEBD (Bolsas)	5.61	3131.44	3.131	93.943	1127.31732
Vidrios	0.89	495.39	0.495	14.862	178.33896
Latas de hierro	2.12	1183.42	1.183	35.503	426.03012
Latas de aluminio	0.04	24.65	0.025	0.739	8.87328
Restos metálicos	0.06	33.10	0.033	0.993	11.91492
Restos de comida	40.67	22706.71	22.707	681.201	8174.4138
Restos de jardín	5.06	2824.33	2.824	84.730	1016.76024
Tetrapack	0.12	62.69	0.063	1.881	22.56732
Madera	0.13	73.26	0.073	2.198	26.37288
Baterías y pilas	0.15	84.27	0.084	2.528	30.33828
Textiles	1.33	744.97	0.745	22.349	268.18812
Cueros	1.19	666.68	0.667	20.000	240.0048
Caucho y jebe	0.24	132.12	0.132	3.964	47.56248
P H y pañales	8.78	4903.18	4.903	147.095	1765.14588
Tierra	6.16	3439.80	3.440	103.194	1238.32836
Rechazo	19.53	10905.55	10.906	327.166	3925.99656
Botellas de aceite	0.21	116.93	0.117	3.508	42.09516
TOTAL	100	55836.272	55.836	1675.088	20101.0579

Según el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios (RSD), en el distrito de Ica se generan mensualmente 765,931 toneladas de residuos sólidos orgánicos, que representan el 45.73 % del total de residuos sólidos domiciliarios. Además, se producen mensualmente 765,931 toneladas de maleza proveniente de la poda de parques, jardines y bermas centrales del distrito, cuyo recojo y disposición final implican un costo adicional para el servicio de limpieza pública.

Tabla 8: Componentes de la materia orgánica

Componente de la materia organica	Producción (ton/mes)
Restos de comida	681.201
Restos de jardín	84.730
Maleza	765.931

Determinación de la materia orgánica a procesar

La relación utilizada para calcular la transformación de materia orgánica en compost es de 3:1, lo que implica que se necesitan aproximadamente 3 toneladas de materia orgánica para producir una tonelada de compost. El municipio de Ica requiere 16.25 toneladas mensuales de compost para su uso en las áreas verdes actuales y futuras. Con esta información, se puede determinar que el requerimiento de materia orgánica para ser procesada en la planta es de aproximadamente 48.75 toneladas mensuales, las cuales se obtienen de dos fuentes:

1. De la segregación en origen de un número determinado de viviendas, que nos darán: 32.5 ton/mes de restos de comida.

Tabla 9: Cantidad de materia orgánica a procesar

Materia organica según tipo de fuente	cantidad requerida (kg/mes)	Materia orgánica a procesar (kg/mes)
Restos de comida	681201.15	765931.170
Maleza	84730.02	

Según relación 3:1

Materia orgánica a procesar (kg/mes) = necesidad de compost (kg/mes) x3

Materia orgánica a procesar (kg/mes) = 84730.02 x3 = 254190.06

Según tipo de fuente

Materia orgánica a procesar (kg/mes) = Producción de maleza (mes) + restos de comida (mes)

Materia orgánica a procesar (kg/mes) = 681201.15 + 84730.02 = 765931.17 kg/mes

Viviendas efectivas que participaran en la segregación de materia orgánica tipo restos de comida

Los resultados de las encuestas indican que, en promedio, las viviendas del distrito de Ica albergan a 5,65 habitantes. La caracterización de residuos realizada en el distrito revela una generación per cápita de residuos domiciliarios de 0,434 kg por habitante, de los cuales el 40,67 % son restos de comida, equivalentes a 0,176 kg por habitante.

Considerando el promedio de habitantes por vivienda y la generación por cápita de residuos orgánicos (restos de comida), se puede determinar la generación de restos de comida por vivienda

Tabla 10: Generación de restos de comida

GPC de RSD (kg/día)	Restos de comida (kg/hab/día)	Número de habitantes promedio	Restos de comida (kg/vivi/día)	Total restos de comida (kg/viv/mes)
0.434	0.176	5.65	0.997	29.91

Ubicación del área de la propuesta

La propuesta se desarrollará en un espacio físico definido, propiedad de la municipalidad, específicamente en el Campo Ferial, que ofrece condiciones favorables para su adecuado desarrollo. Estas condiciones incluyen:

- El terreno cuenta con suministro de agua de cisternas municipales, dado que en este lugar se abastecen las diferentes unidades cisternas del municipio.
- Está rodeado por una cubierta vegetal, lo que ayuda a mitigar los malos olores que podrían generarse durante la compostación de los residuos orgánicos y reduce los problemas con la población, ya que la vegetación oculta las pilas de compostaje.
- Se encuentra dentro de la ciudad, lo que permitirá ahorrar en costos de transporte.
- Existe un interés previo por parte de la municipalidad en realizar compostaje en este terreno

Por lo tanto, aprovechando la disponibilidad de este terreno, se propone llevar a cabo una campaña de sensibilización dirigida a las 1087 viviendas efectivas aledañas al área mencionada, tomando una muestra de 90 de ellas. Esto contribuirá a reducir diversos costos, como los de mano de obra para la recolección, la necesidad de unidades adicionales para dicha recolección y el impacto ambiental generado por el transporte de los residuos orgánicos a grandes distancias, incluyendo el vertido de lixiviados en las calles, entre otros.

A continuación, se detalla la ubicación de la Planta de Compostaje y la posible ubicación de las viviendas a participar.

Ubicación de la Planta de Compostaje

El campo ferial abarca diez hectáreas, delimitadas por un muro de concreto que impide el acceso a personas no autorizadas. Cuenta con vigilancia las 24 horas del día, ya que en este lugar se encuentran las unidades cisterna de agua de la municipalidad de Ica. El terreno propuesto para la planta de compostaje está ubicado en la parte posterior del campo ferial y abarca aproximadamente 3500 m². Actualmente, este espacio se utiliza en parte como punto de acopio de la maleza del distrito.

Ubicación de las viviendas a participar

Con un terreno asignado para la planta de compostaje, es necesario especificar la ubicación de las viviendas efectivas. Estas viviendas deben estar situadas preferentemente en las urbanizaciones cercanas al terreno del campo ferial, dentro de un radio de 2 km, por las razones previamente mencionadas.

Procesamiento de la materia orgánica en Planta de Compostaje

Elección del método de procesamiento

La elección del método de procesamiento para los residuos orgánicos depende de los siguientes factores:

- Tipo de materia orgánica: Restos de comida y maleza. Los restos de comida se dispondrán directamente en la planta piloto sin utilizar bolsas o empaques; la maleza será triturada para acelerar su descomposición.
- Mercado disponible para el producto final “Compost”: El compost producido cubrirá la demanda de la municipalidad distrital de Ica, estimada en 16,25 toneladas mensuales.
- Presupuesto disponible para compra, explotación y mantenimiento del lugar y equipo: La municipalidad de Ica cuenta con terreno propio y equipos como trituradora de maleza, camiones recolectores, pala frontal, cisternas de agua y herramientas de trabajo como palas y rastrillos. Esto hace que la propuesta sea económicamente viable, ya que estos equipos solo se utilizarán por un tiempo limitado al mes y para actividades puntuales, las cuales se detallarán.
- Condiciones del lugar propuesto para la planta: El terreno propuesto cuenta con condiciones adecuadas para la elaboración del compost.
- Tiempo deseado para lograr el producto final: Según cálculos y revisiones bibliográficas, se estima que el tiempo de producción de compost por pila será de 3 a 4 meses aproximadamente.
- Volúmenes a procesar: Se procesará un promedio de 49 toneladas mensuales de materia orgánica.
- Elección del método de recolección: Dado que se procesarán dos tipos diferentes de materia orgánica, se han establecido dos métodos de recolección distintos

Limpieza y trazado de las pilas composteras

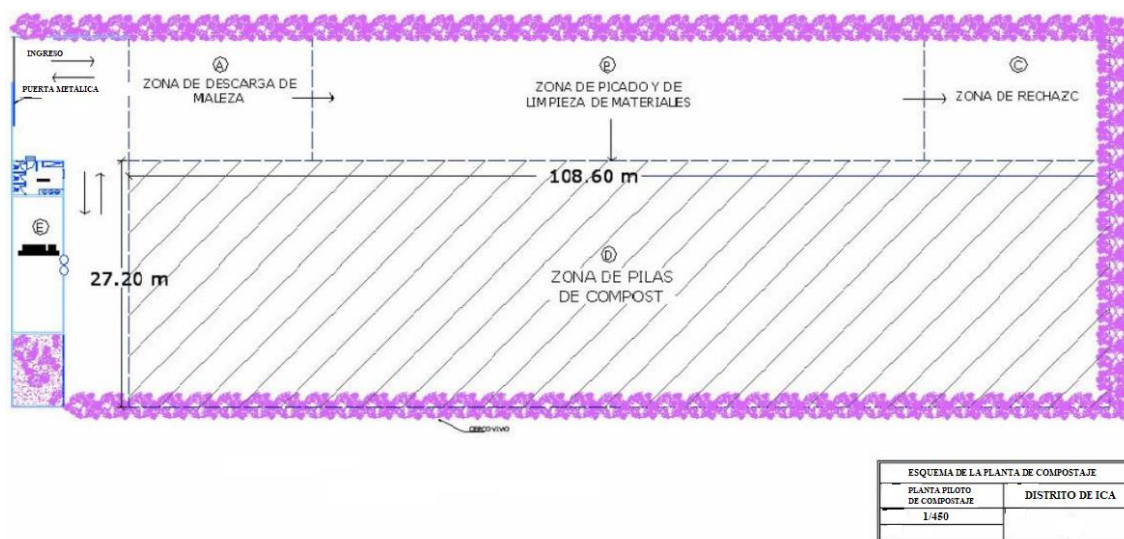
El área destinada para los residuos orgánicos y las pilas de compostaje debe estar libre de maleza, arbustos u otros elementos que puedan obstruir el funcionamiento del sistema. Se marcarán en el terreno las dimensiones de las pilas y los pasillos necesarios para su manejo.

Cada mes se construirán 9 pilas, por lo que, considerando un tiempo de compostaje de 4 meses, se trazarán un total de 36 pilas en el terreno. A partir del cuarto mes, se comenzará a utilizar el compost producido, permitiendo la colocación de nuevas pilas en los espacios liberados por las pilas anteriores.

Además, se designará un área específica para la disposición de los residuos según su tipo (maleza y restos de comida), la cual estará ubicada junto a la zona de compostaje.

Recepción y descarga del material orgánico a compostar.

Los residuos orgánicos generados en las viviendas (restos de comida) serán transportados a la planta de compostaje mediante el sistema de recolección selectiva previamente descrito. Estos desechos se descargarán tres veces por semana y se depositarán en el área designada para este propósito.



La materia orgánica recogida mediante el sistema convencional (maleza) se dispondrá en la planta de manera diaria. Estos residuos, al igual que los restos de comida, se colocarán en el área designada para este fin.

Selección y limpieza del material orgánico

Es indispensable revisar y limpiar el material orgánico destinado al compostaje, ya que es posible encontrar materiales inertes que no deben ingresar a las pilas de compostaje, como plásticos, piedras y metales, así como ciertos residuos orgánicos de restos de comida que no son adecuados para el compostaje. Estos materiales serán removidos utilizando rastrillos y palas, y finalmente se depositarán en la zona de rechazo, conocida como zona C.

Triturado de la maleza

Los residuos de la maleza deberán ser triturados antes de ser compactados, utilizando la trituradora de maleza proporcionada por el municipio, la cual tiene un rendimiento de 500 kg/hora. El material triturado debe tener un diámetro medio máximo de entre 10 a 20 mm. Este proceso favorece la degradación del material al incrementar la superficie de contacto entre los microorganismos y los desechos.

Homogenización de la mezcla

Para asegurar una correcta distribución de los materiales orgánicos en cada capa de la pila de compostaje, es necesario mezclarlos de manera independiente para lograr una adecuada homogenización. De esta forma, al ubicarlos en la pila de compostaje, la degradación se llevará a cabo de manera uniforme en toda la capa.

Diseño y conformación de las pilas composteras

No existe una metodología única para la construcción y diseño de las pilas de compostaje; solo hay recomendaciones que deben seguirse para asegurar una adecuada descomposición de la materia orgánica. Para el diseño de las pilas de compost, se tomarán como referencia las directrices del manual de compostaje elaborado por la OMS.

No se recomienda formar pilas de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos volúmenes son muy bruscas. No se deben construir pilas con una base inferior a 2 metros.

Como regla general, la altura debe ser la mitad de la base, lo que permite obtener una buena relación superficie/volumen. Siguiendo estas recomendaciones, las dimensiones de la pila de compost serán: base de 2.8 m, altura de 1.4 m y largo de 9.4 m, lo que proporciona un volumen de carga de 128.42 m³

Se colocará una caña de Guayaquil cada 1.5 m a lo largo de la parte superior de la pila, lo que implica que cada pila llevará 6 cañas de 12.7 m cada una. Estas cañas deberán retirarse después de 3 días, dejando agujeros que permitirán la entrada de oxígeno, ayudando a controlar la temperatura y facilitando la salida de gases tóxicos.

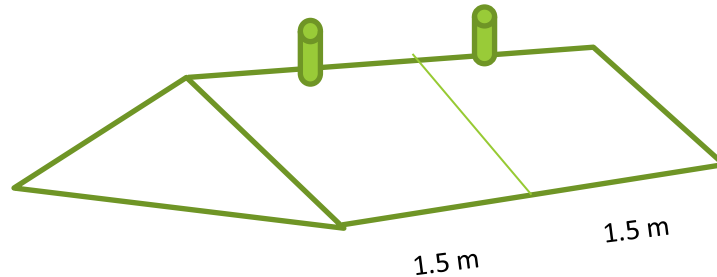


Figura 18: Pila de compostaje

Distribución de material orgánico por capas

La distribución de las capas por tipo de residuos se realizará de la siguiente manera: en la base se colocará una capa de material leñoso, compuesta por restos de maleza, con una altura de 20 cm. Encima de esta capa se colocarán los restos de comida, con una altura de 30 cm. Este patrón de capas se repetirá hasta alcanzar la altura deseada de la pila



Figura 19: Distribución y dimensiones del material orgánico por capas

Cálculo del volumen de capa en la pila de compost

Una vez determinadas las dimensiones de la pila, se calculó el área y el volumen de las capas que la componen. Esto permite, basándose en la densidad de los residuos, conocer la cantidad de kilogramos necesarios para la construcción de una pila de compost.

Tabla 11: Volumen del material orgánico por capa

TIPO DE RESIDUO	Área m ²	Longitud (m)	Volumen (m ³)
MELAZA	0.52	9.4	4.888
RESTOS DE COMIDA	0.63	9.4	5.922
MALEZA	0.32	9.4	3.008
RESTOS DE COMIDA	0.33	9.4	3.102
MALEZA	0.12	9.4	1.128
RESTOS DE COMIDA	0.04	9.4	0.376
TOTAL			18.424

Tabla 12: Cantidad de materia orgánica requerida por pila

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (Kg/Pila)
MELAZA	1804.8
RESTOS DE COMIDA	3590.8
TOTAL M. O.	5395.6

Armado de las pilas de compostaje

La cuantificación de los volúmenes a compostar y la frecuencia de su ingreso es de gran importancia, ya que permite calcular la necesidad del área de compostaje y determinar las características de la pila de compostaje.

Es recomendable trabajar con medidas volumétricas y determinar los parámetros de densidad (D), masa (M) y volumen (V), utilizando la fórmula $D=M/V$, expresando la masa en toneladas (ton) y el volumen en metros cúbicos (m³).

Tabla 13: *Peso y Volumen de materia orgánica requerida para el armado de las pilas de compostaje*

Materia orgánica	Unidades.	Día	Semana	Mes
Restos de comida Densidad: 0.382 ton/m³	Peso (ton)	1.16	8.12	32.48
	Volumen (m ³)	3.03	21.21	84.84
Maleza Densidad: 02. ton/m³	Peso (ton)	0.65	4.55	18.20
	Volumen (m ³)	3.25	22.75	91.00
Total de Materia orgánica (restos de comida + melaza)	Peso (ton)	1.81	12.67	50.68
	Volumen (m ³)	6.28	43.96	175.84

Manejo del sistema de pilas de compost

Cada pila de compost debe mantenerse independiente, lo que significa que no se debe agregar material nuevo a una pila ya conformada.

Se llevará un registro que indique la fecha de conformación de cada pila de compostaje, para poder conocer la fecha en que se debe voltear cada pila y así prever las actividades necesarias.

Es importante conservar, en la medida de lo posible, las dimensiones de diseño originales de cada pila de compostaje, ya que en la práctica el material tiende a esparcirse.

Riego de la pila de compostaje

A medida que se coloca cada capa, esta se irá humedeciendo para que el material alcance un contenido de humedad aproximado entre 40 y 60 %. Se debe agregar de 8 a 10 litros de agua en forma de lluvia por cada capa de 0.3 m³ de material si este está seco, y de 3 a 4 litros si el material está húmedo.

Tabla 14: Requerimiento de agua para las pilas de compostaje

Tipo de residuos	Volumen (m³)	Material seco (8 - 10 lt)	Material húmedo (3 - 4 lt)
MELAZA	4.89	146.60	57.00
RESTOS DE COMIDA	5.92	177.70	69.10
MELAZA	3.01	90.20	35.10
RESTOS DE COMIDA	3.10	93.10	36.20
MELAZA	1.13	33.80	13.20
RESTOS DE COMIDA	0.38	11.30	4.40
TOTAL	18.43	552.70	215.00

Teniendo en cuenta el volumen de la pila de compost (18,43 m³) y la distribución de las capas por tipo de residuo (5 capas), se calcula que cada pila de compost necesitará entre 552,70 y 215 litros de agua, aproximadamente. Resumiendo, la necesidad de agua para la producción de compost varía en función de los materiales utilizados

Para controlar el contenido de humedad, se puede emplear el siguiente procedimiento empírico:

Tome una muestra de material con la mano.

Cierre la mano y apriete fuertemente.

Si se forma un hilo continuo de agua, el material contiene más del 40% de humedad.

Si el material gotea intermitentemente, su contenido de humedad es cercano al 40%.

Si el material no gotea y permanece moldeado al abrir el puño, la humedad está entre el 20 y 30%.

Si al abrir el puño el material se desintegra, la humedad es inferior al 20%.

Aireación y homogenización de la pila de compost

Este procedimiento tiene dos objetivos principales: favorecer los metabolismos aerobios y asegurar que el proceso se desarrolle de manera homogénea en toda la masa del compost. Esta operación se realizará de manera mecánica, utilizando un tractor con pala o trabajadores con palas de manera perpendicular a las pilas. Se debe procurar que el material del núcleo del compostaje pase a la corteza y viceversa durante los movimientos de las pilas.

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que sean aplicables a todos los casos. Las aireaciones y los riegos excesivos pueden ser tan perjudiciales como los insuficientes, ya que generan olores significativos y podrían afectar a la población cercana.

El terreno destinado para la planta de compostaje está ubicado a más de 200 metros de distancia de la población, por lo que los olores generados durante el proceso de compostaje no serán perceptibles. Además, se implementará un cerco vivo de eucaliptos de 4 metros de altura y una vegetación densa de campanillas de 1.5 metros para mitigar cualquier posible impacto.

Tiempo de compostaje

El tiempo de compostaje (T_c) se define como el periodo transcurrido desde la conformación de una pila de compostaje hasta la obtención del compost final. El T_c varía en función de las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, porcentaje de humedad relativa, etc.), el manejo fisicoquímico, el manejo microbiológico y las características del producto final deseado.

Los residuos permanecerán en la pila durante un mínimo de cuatro meses, con volteos cada cuatro semanas. Al final del cuarto mes, se procederá a separar el abono de las impurezas restantes utilizando una zaranda. Este proceso permitirá separar el material grueso que aún no se ha descompuesto, el cual será incorporado a una nueva pila de compostaje en formación.

Diseño de la planta de compostaje

La superficie necesaria para el proyecto vendrá determinada por el número de pilas de compost producidas al mes y el tiempo necesario para la descomposición de los residuos, que en este caso será de cuatro meses. Se supone que a partir del cuarto mes se comenzará con un área libre de malezas, arbustos u otros elementos que interfieran con el funcionamiento del sistema.

Se recomienda rodear la zona con una canaleta perimetral y que cada pila disponga de una geomembrana en la base para la recogida de lixiviados. Estas geomembranas estarán equipadas con tuberías de PVC que canalizarán los lixiviados hasta un contenedor para su almacenamiento temporal. Posteriormente, estos lixiviados se incorporarán a las nuevas pilas, ya que estudios previos indican que los lixiviados actúan como aceleradores del

proceso de compostaje y/o como abono líquido, como el biol, para algunas especies vegetales.

Dimensión de la cancha de compostaje

El tamaño de la zona de compostaje viene determinado por el espacio que ocuparán las pilas de compostaje y su tiempo de descomposición. Como habrá 9 pilas de compostaje al mes, cada una con una superficie de 26,32 m² (2,8 m x 9,4 m), y el tiempo de compostaje es de 4 meses, al final del cuarto mes habrá un total de 36 pilas de compostaje.

También se tendrá en cuenta el espacio necesario entre pilas, que será de 4 metros para asegurar su correcta manipulación, puesto que la operación de volteo se efectuará de forma mecanizada, utilizando un tractor con pala proporcionado por el ayuntamiento, volteando las pilas perpendicularmente.

La separación entre las pilas será de 3 metros para permitir que un camión circule libremente entre ellas, lo que facilitará la recogida del compost.

Tomando en cuenta las medidas de los pasillos y las dimensiones de las pilas de compostaje, se ha determinado que será necesaria una parcela de 108,6 metros de largo por 27,2 metros de ancho, lo que da un total de 2954 m² sólo para las pilas de compostaje.

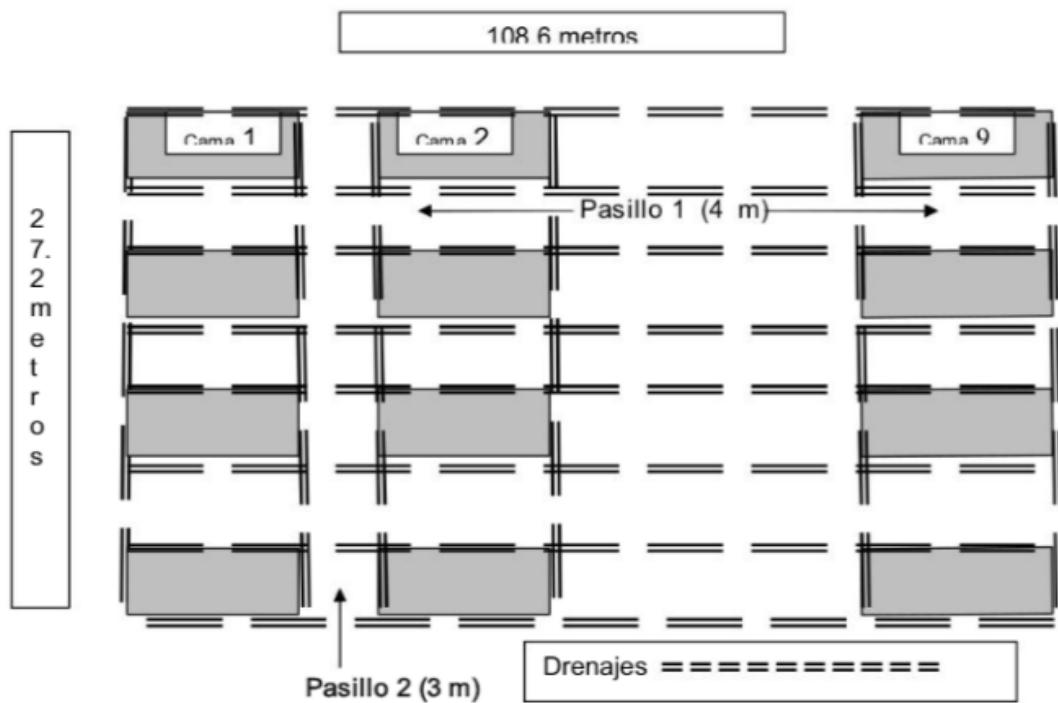


Figura 20: Distribución de las pilas de compostaje

La rotación de las pilas será como se indica En el grafico

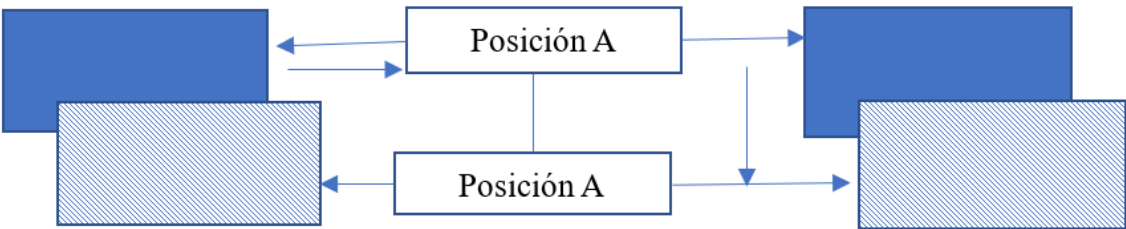


Figura 21: Diagrama del Proceso de compostaje

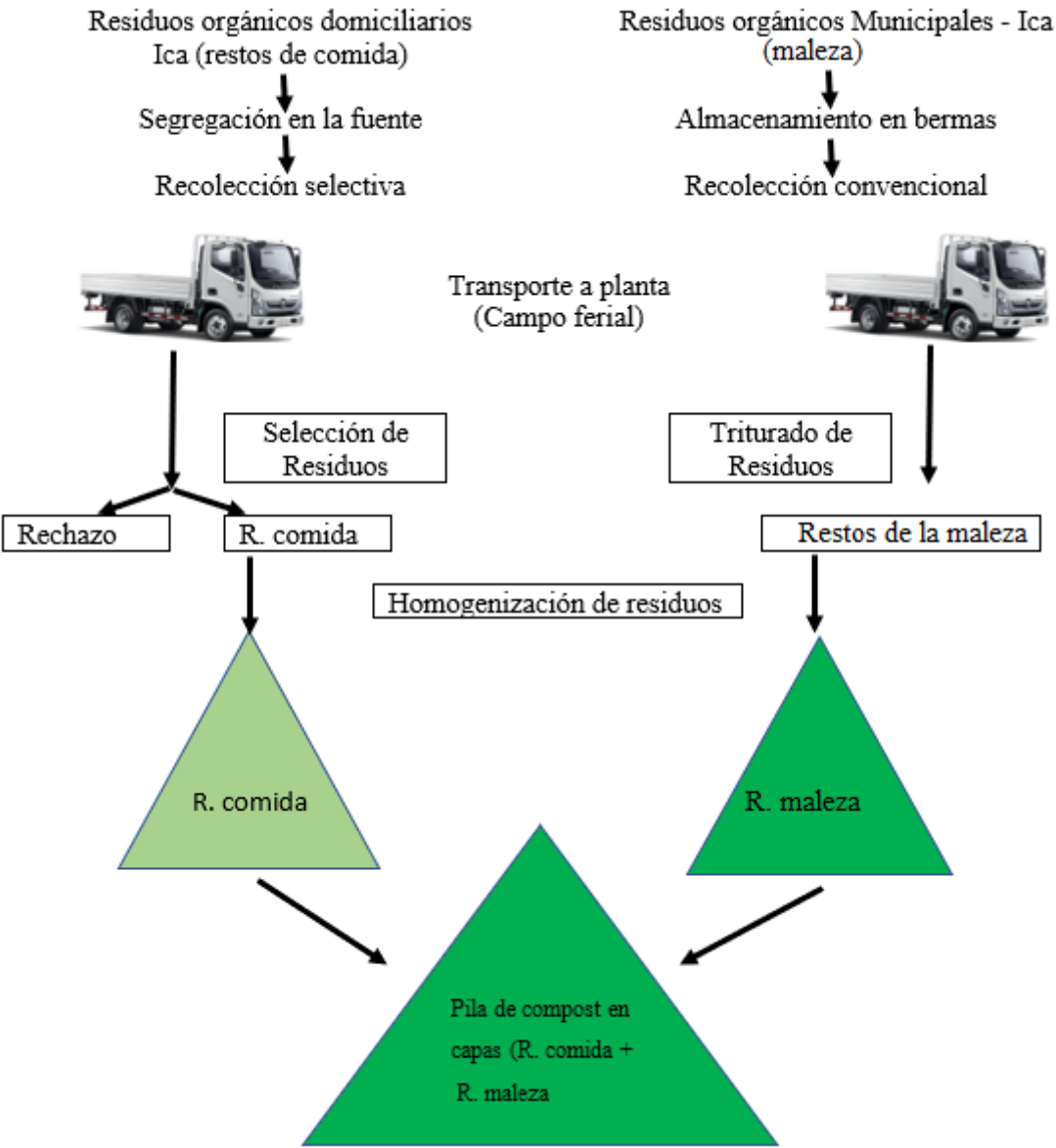


Tabla 15: Cronograma de elaboración de compost para las pilas de compost

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
ACCIONES	Armado de pilas de 5.4 TM c/u												Producto final: COMPOST (semana 13 a 16)
					Primer volteo de camas				Segundo volteo de camas			Tercer volteo de camas	
	Control en campo de T°, humedad		Control en campo de T°, humedad		Control en campo de T°, humedad		Control en campo de T°, humedad		Control en campo de T°, humedad			Control en campo de T°, humedad	
	Primer riego		Riego si es necesario		Segundo riego		Riego si es necesario		Tercer riego			Cuarto riego	

CONCLUSIONES

El distrito de Ica genera aproximadamente 1703.01 toneladas de residuos sólidos domiciliarios al mes. Los principales componentes de estos residuos son materia orgánica, como restos de comida y restos de jardín.

En el marco de la propuesta de elaboración de compost en el distrito de Ica, se recogen 32.5 toneladas mensuales de residuos orgánicos tipo restos de comida de las viviendas participantes, lo que representa el 4.2% del total de viviendas del distrito. A esto se suman las 16.2 toneladas mensuales de maleza obtenidas de la poda de parques y jardines. La disponibilidad de un terreno adecuado, una fuente sostenible de agua y la necesidad de la municipalidad de Ica de adquirir compost para su uso en bermas centrales y parques, permiten la implementación de una planta de compostaje como método de tratamiento para estos residuos orgánicos.

Las encuestas y la capacitación de los vecinos para su participación voluntaria en el estudio de caracterización han mostrado un alto nivel de disposición y aceptación por parte de la población muestreada. Esto evidencia la viabilidad de manejar una bolsa exclusiva para la separación de residuos reciclables y orgánicos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda diseñar un sistema integral de gestión ambiental de residuos sólidos adaptado a la realidad del distrito, basándose en la información obtenida durante la caracterización de residuos sólidos.

Es aconsejable establecer alianzas estratégicas o convenios con organismos nacionales e internacionales para implementar plantas de compostaje, las cuales servirán como modelo para los distritos vecinos.

Se sugiere experimentar, analizar y evaluar técnicamente el compost obtenido de los residuos domiciliarios para mejorar su calidad y las condiciones necesarias para obtener un buen mejorador de suelos.

Es importante llevar a cabo campañas educativas de sensibilización a la población sobre la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos, así como la separación de desechos inertes como el plástico de los residuos orgánicos para su posterior procesamiento y comercialización.

A mediano y largo plazo, se debe involucrar a un mayor número de urbanizaciones en el programa de segregación de residuos sólidos orgánicos en la fuente, para lograr una participación y difusión global de este servicio entre la población en general.

En el futuro, se recomienda desarrollar una metodología más completa para la caracterización de residuos, que incluya un factor sociocultural, ya que cada lugar tiene diferentes hábitos, opiniones y reacciones que pueden influir directamente en el desarrollo del estudio.

Modelo de Gestión de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y la producción de compost.

1. Objetivos

Objetivo General

Diseño de un modelo de gestión de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y producción de compost en el distrito de Ica 2023, mediante la participación activa de los principales actores involucrados, instituciones y la población, colaborando en el cuidado del medio ambiente.

Objetivos Específicos

Desarrollo de mecanismos participativos basados en la colaboración conjunta de instituciones y empresas para la gestión de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios. Elaborar programas que fortalezcan la capacidad de gestión y financiamiento del municipio, asegurando una cobertura efectiva y altos niveles de eficiencia y calidad en el servicio de limpieza pública. Crear instrumentos de educación y sensibilización ambiental. Implementar el programa de segregación en la fuente en la Municipalidad Distrital de Ica.

2. Visión del modelo de gestión

Promover la gestión integral y el aprovechamiento de los residuos a través de actividades que involucren a la población y a los municipios como actores principales en el planteamiento de nuevas estrategias en las que todos puedan contribuir al cuidado del medio ambiente en el menor tiempo posible.

3. Líneas de acción y metas.

Líneas de acción:

Las siguientes son las acciones prioritarias para la implantación del modelo de Gestión de Residuos Sólidos Orgánicos Domiciliarios:

Elaboración de programas de sensibilización y educación ambiental:

Colaborar con instituciones y grupos organizados para mejorar la gestión de residuos en la población.

Implementar programas con todas las organizaciones actualmente constituidas para asegurar la participación.

La sensibilización y capacitación adecuada de la población, instituciones como el SERNANP y municipalidades distritales mejorará la eficiencia en el almacenamiento, recolección, transporte y aprovechamiento de los residuos generados en Ica.

Programa de sensibilización ambiental en instituciones educativas de primaria y secundaria, que incluya capacitación a docentes, trabajadores, alumnos y padres de familia, con concursos escolares y jornadas dedicadas al cuidado del medio ambiente.

Fortalecer a las municipalidades en la organización, gestión y manejo de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios:

Conformar un Equipo Gestor integrado por profesionales capacitados en aspectos técnicos, operativos, administrativos y de gestión económico-financiera del servicio público para mejorar la gestión integral de residuos sólidos.

Implementación de Programas de Sostenibilidad Financiera de los servicios públicos de limpieza:

Establecer un adecuado sistema de recaudación y tributación, actualizando la base de contribuyentes beneficiarios del servicio para especificar el tipo de inmueble.

Implantación de un sistema de reutilización de residuos orgánicos domésticos: Basar el sistema en la constitución y porcentajes de los residuos más generados para maximizar su reutilización.

“En términos generales, el compostaje se puede definir como una técnica biológica que permite controlar los procesos de biodegradación de la materia orgánica. La biodegradación es el resultado de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los restos de materia orgánica en descomposición”[61].

“Las actividades de biodegradación resultan en la transformación de los materiales orgánicos originales en diferentes formas químicas. Los productos finales de esta degradación dependen de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos involucrados”[61].

Temperatura

Según Thivierge & Seito, “La temperatura constituye también un factor muy indicativo del desarrollo del procedimiento de degradación de la materia orgánica”[62]. “El aumento de la temperatura en la compostadora tiene dos efectos importantes: acelera la degradación y destruye o reduce las poblaciones de microorganismos patógenos presentes. Además, las altas temperaturas (pasteurización) eliminan las larvas de insectos que se encuentran en los materiales utilizados en este proceso”[62].

Thivierge & Seito, “Es fundamental lograr que el compost alcance la temperatura de pasteurización para afectar todas las semillas y esporas de malas hierbas. La fase de pasteurización ocurre cuando las pilas alcanzan temperaturas de 55 a 65 °C”[62].

“Estas elevaciones de temperatura son el resultado de la actividad de microorganismos que descomponen el material orgánico en presencia de oxígeno”[62].

Restrepo & Rodríguez, “Afirman que la temperatura de las pilas de compost puede superar los 80 grados centígrados, lo que indica que la pila está bien ventilada, ya que el metabolismo en ausencia de oxígeno no puede alcanzar tales temperaturas”[61].

“El aumento de la temperatura es causado por gérmenes termófilos y, especialmente, por actinomicetos, que producen un conjunto de antibióticos útiles para preparar el nicho ecológico de los hongos humificantes, los cuales son resistentes a estos antibióticos”[61].

En el presente estudio, la primera toma de la temperatura se realizó a los cinco días después de establecido (dde) observándose los valores entre 44 °C y 60 °C.

En la segunda toma (10 dde) los valores obtenidos fueron de (45 °C),

En la tercera toma (15 dde) los valores obtenidos fueron de (49 °C),

En la cuarta toma (20 dde) los valores obtenidos fueron de (50 °C),

En la quinta toma (25 dde) los valores obtenidos fueron de (47 °C)

En la sexta toma (30 dde) los valores obtenidos fueron de (49 °C),

Estas temperaturas están dentro del rango señalado por varios investigadores.

Según Rivero de Trinca, “Es fundamental controlar la temperatura, ya que los mejores resultados se obtienen entre 40 y 60 grados centígrados. Temperaturas extremas, tanto inferiores como superiores, inhiben la actividad de los microorganismos, disminuyendo la eficacia del proceso de descomposición. La baja eficiencia del proceso impide la esterilización del sustrato y la destrucción de las semillas de maleza”[61].

Según Restrepo & Rodríguez, “Después de la pasteurización, la temperatura comienza a descender y los trituradores (insectos, crustáceos, lombrices) empiezan a desmenuzar los materiales orgánicos. Posteriormente, los hongos, protegidos por los antibióticos ante la proliferación rápida de bacterias, comienzan a multiplicarse y a producir humus utilizando celulosa y ligninas. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para su actividad: los criófilos de 5°C a 15°C, los mesófilos de 16°C a 45°C y los termófilos de 46°C a 70°C. Para este estudio, estas condiciones favorecían al grupo de organismos mesófilos, que descomponen la materia orgánica para obtener materia y energía, liberando calor durante su actividad”[61].

“En la pila de compostaje, la temperatura varía según las condiciones ambientales y el tamaño de la pila. En esta prueba, las pilas tenían el tamaño indicado en el diseño, por lo que el tratamiento no alcanzó temperaturas de entre 55 °C y 60 °C. Las altas temperaturas alcanzadas durante el periodo de descomposición indican que la pila experimentó etapas de calentamiento progresivo, temperatura máxima, enfriamiento y maduración. Dichas etapas están explicadas por Dalzell et al.”[63].

Humedad

Según Dalzell et al., “Si la humedad es inferior al 30% en peso fresco, las reacciones biológicas en la pila de compost disminuyen considerablemente. Si el contenido de humedad supera el 70%, los espacios entre las partículas del material se saturarán de agua, impidiendo la circulación del aire dentro de la pila”[63].

El contenido de humedad óptimo para los ingredientes de compostaje es del 50-60%. En la práctica, el contenido máximo de humedad depende de la consistencia estructural de los materiales. Los materiales de consistencia dura, como las judías verdes, el serrín y partes de plantas como las ramitas, conservan su firmeza durante mucho tiempo y es posible compostarlos con altos contenidos de humedad, ya que absorben más agua que otros tipos de mezclas, como los residuos de cantina.

Mantener el contenido de humedad necesario durante el periodo de descomposición permite la actividad microbiana y asegura suficiente aire en las partículas de materia orgánica. En opinión de Vansintjan & Vega, "Para que la descomposición ocurra correctamente, es esencial mantener una cantidad de humedad controlada y estable, junto con una aireación adecuada, lo que es crucial para el desarrollo óptimo de los microorganismos”[64].

Según Dalzell et al., “Es crucial mantener un nivel adecuado de humedad en las mezclas, humedeciéndolas al inicio y cuando sea necesario durante el proceso. La pila debe estar protegida de la luz solar directa, cubriéndola con plástico oscuro para evitar que los rayos solares dañen a los microorganismos y prevenir tanto la deshidratación de la pila como la sobrehidratación debido al agua de lluvia. En este experimento, se siguió esta recomendación y las pilas de compost se cubrieron con plástico oscuro”[63].

“El índice de humedad tiende a disminuir durante el proceso de compostaje, dependiendo de la frecuencia de volteo y las condiciones climáticas. Niveles elevados de humedad pueden restringir la adecuada oxigenación del proceso y aumentar la pérdida de nitrógeno, debido tanto a la baja actividad microbiana aeróbica como a la creación de condiciones reductoras que favorecen la desnitrificación”[61] (Meléndez & Soto).

En este estudio, según los valores de humedad obtenidos a partir de los análisis químicos realizados en el laboratorio de la FIAS, la humedad al final del ensayo se encuentra dentro de los parámetros óptimos.

"La humedad ha variado entre 54,68 y 60,91 %. De acuerdo con Castillo et al., el valor de humedad óptimo para lograr la eficiencia máxima del proceso de formación de compost se sitúa entre el 50 y el 65%”[61].

Encuesta aplicada a la población de la Municipalidad el Distrito de Ica

La encuesta se estructuró en dos ítems directamente relacionados con la gestión de residuos sólidos y la producción de compost

A. GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS

1. ¿La Municipalidad realiza la recolección de RSD?

Tabla 16: *Recolección de RSD*

RECOLECCION DE RSD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Diariamente	12	13.33	13.33
b. Interdiario	22	24.44	37.78
c. Una vez a la semana	56	62.22	100.00
TOTAL	90	100.00	

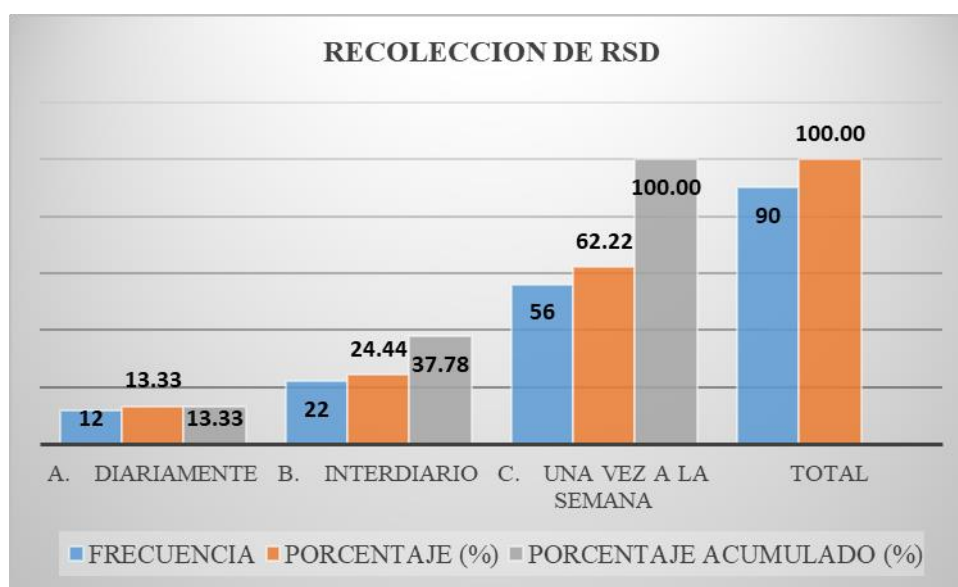


Figura 22: *Recolección de RSD*

Interpretación:

El 62.22 % de los encuestados indica que la municipalidad realiza la recolección una vez a la semana, el 24.44 % señala que es interdiaria, y el 13.33 % menciona que se realiza una vez al día.

2. ¿En su casa, cuántos kilogramos de residuos se generan?

Tabla 17: Kilogramos de residuos se generan

KILOGRAMOS DE RSD EN SU CASA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Un kilo	35	38.89	38.89
b. Dos kilos a más	47	52.22	91.11
c. No sabe	8	8.89	100.00
TOTAL	90	100.00	

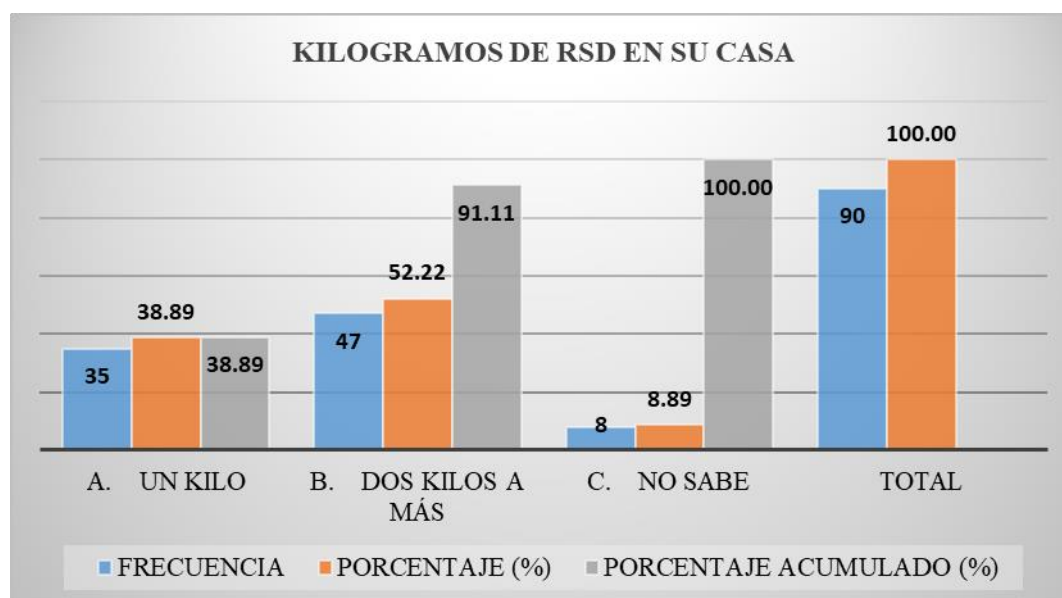


Figura 23: Kilogramos de residuos se generan

Interpretación:

El 38.89 % de los encuestados indica que genera un kilo de residuos sólidos domiciliarios (RSD) en su hogar, el 52.22 % menciona que generan más de dos kilos, y el 8.89 % señala que no sabe la cantidad promedio de RSD que se generan en su casa.

3. ¿Considera Ud. que los residuos acumulados en las calles, son impactos negativos para el desarrollo del distrito?

Tabla 18: Residuos acumulados en las calles

RESIDUOS ACUMULADOS EN LAS CALLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	79	87.78	87.78
b. No	11	12.22	100.00
TOTAL	90	100.00	



Figura 24: Residuos acumulados en las calles

Interpretación:

El 87.78 % de los encuestados indica que los residuos acumulados en las calles representan impactos negativos para el desarrollo del distrito, mientras que el 12.22 % señala que no son impactos negativos.

4. ¿Se realizan continuamente campañas de limpieza en su distrito?

Tabla 19: Campañas de limpieza en su distrito

CAMPAÑAS DE LIMPIEZA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Diariamente	13	14.44	14.44
b. Interdiario	45	50.00	64.44
c. Una vez a la semana	32	35.56	100.00
TOTAL	90	100.00	

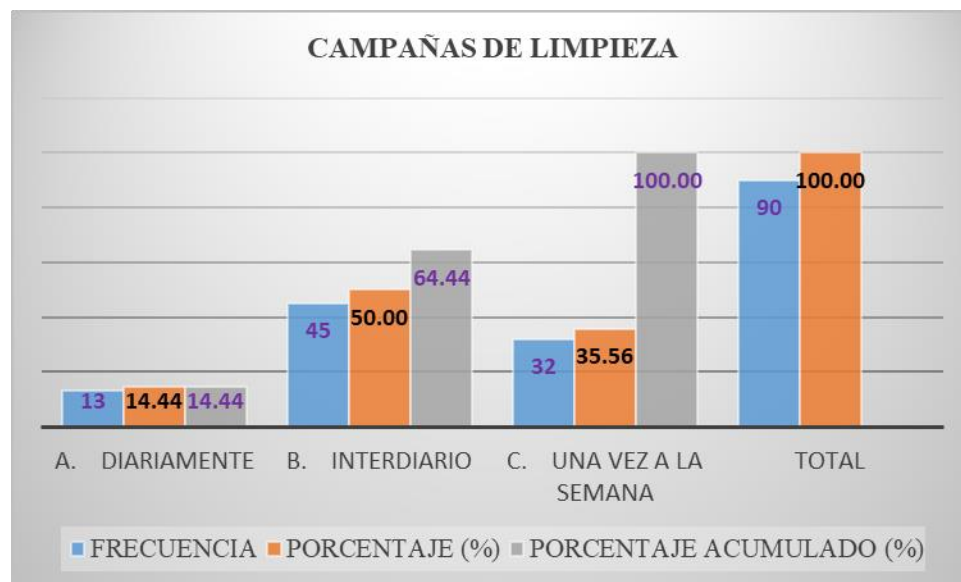


Figura 25: Campañas de limpieza en su distrito

Interpretación:

El 50.00 % de los encuestados indica que no se realizan campañas de limpieza interdiarias en el distrito, el 35.56 % señala que se llevan a cabo una vez a la semana y el 14.44 % menciona que se realizan diariamente estas campañas.

5. ¿Qué opinión tiene Ud. de las autoridades municipales en relación al actual sistema de manejo de los RSD?

Tabla 20: Opinión tiene Ud. de las autoridades municipales en relación al actual sistema de manejo de los RSD

OPINION DE LAS AUTORIDADES MUNICIPALES EN RELACION AL SISTEMA DE MANEJO DE LOS RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Buena	17	18.89	18.89
b. Muy mala	51	56.67	75.56
c. Regular	22	24.44	100.00
TOTAL	90	100.00	

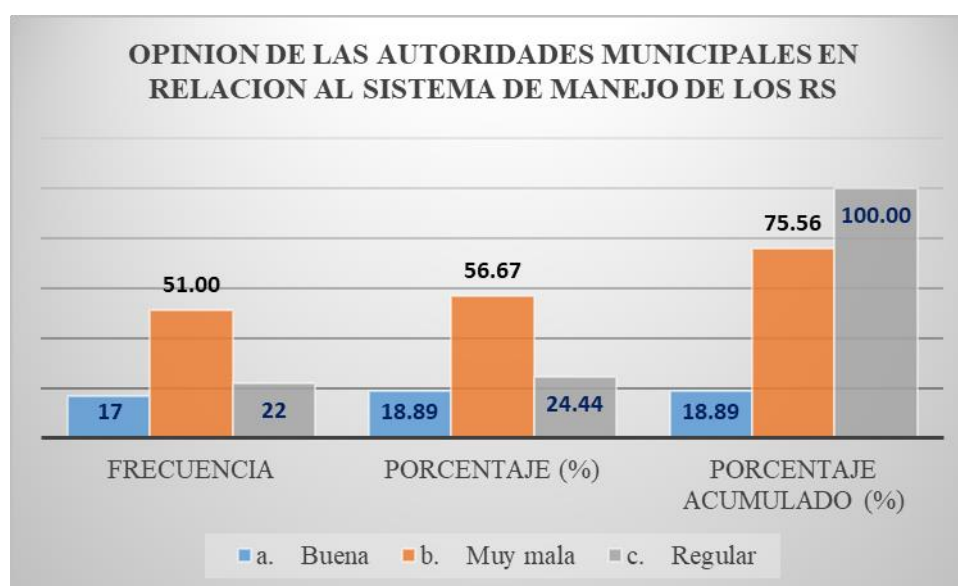


Figura 26: Opinión tiene Ud. de las autoridades municipales en relación al actual sistema de manejo de los RSD

Interpretación:

El 56.67% de los encuestados opina que es muy mala en relación al sistema de manejo de los RSD, el 18.89% manifiesta que es buena y el 24.44% indica que el sistema es regular.

6. ¿Asistiría a capacitaciones de Educación Ambiental para el manejo de los RSD?

Tabla 21: Capacitaciones de Educación Ambiental para el manejo de los RSD

CAPACITACIONES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RSD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	61	67.78	67.78
b. No	12	13.33	81.11
c. A veces	17	18.89	100.00
TOTAL	90	100.00	

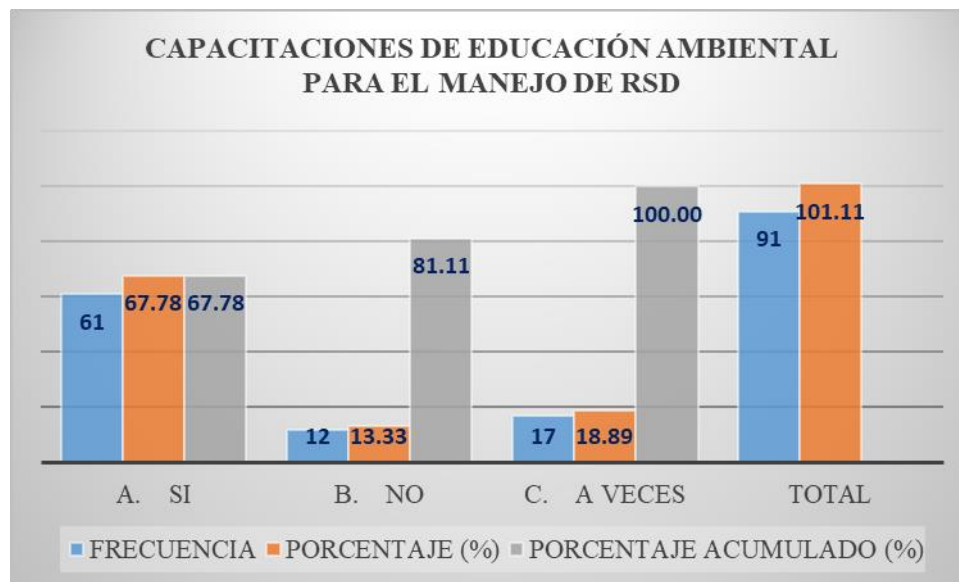


Figura 27: capacitaciones de Educación Ambiental para el manejo de los RSD

Interpretación:

El 67.78% de los encuestados manifiesta que si asistiría a las capacitaciones, el 18.89% responde que a veces y el 13.33% indica que no asistiría a las capacitaciones de educación ambiental.

B. PRODUCCION DE COMPOST

1. ¿Cree Ud. que la quema de los residuos genera contaminación al ambiente?

Tabla 22: Quema de los residuos genera contaminación al ambiente

QUEMA DE RESIDUOS GENERA CONTAMINACIÓN AL AMBIENTE	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	69	76.67	76.67
b. No	10	11.11	87.78
c. A veces	11	12.22	100.00
TOTAL	90	100.00	

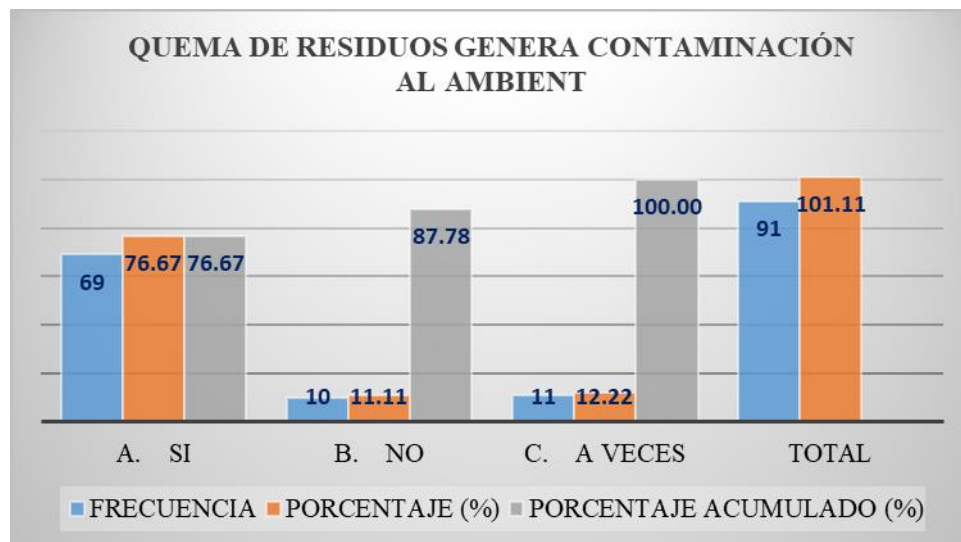


Figura 28: Quema de los residuos genera contaminación al ambiente

Interpretación:

El 76.67 % de los encuestados señala que la quema de residuos genera contaminación, el 11.11 % indica que no y el 12.22% señala que a veces genera contaminación.

2. ¿Se redactó un documento que describa la experiencia de segregación de residuos sólidos?

Tabla 23: Segregación de residuos sólidos

SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	12	13.33	13.33
b. A veces	31	34.44	47.78
c. No	47	52.22	100.00
TOTAL	90	100.00	

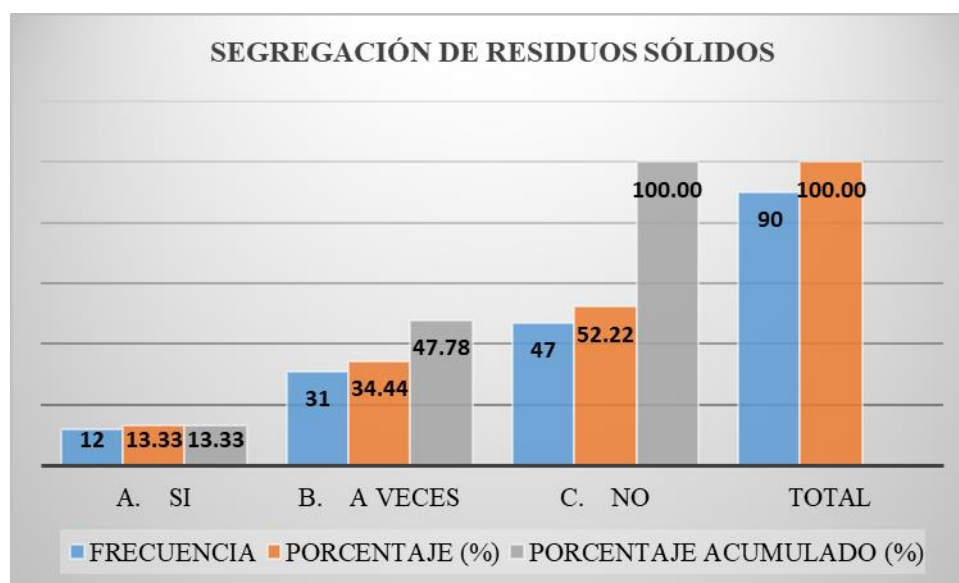


Figura 29: Segregación de residuos sólidos

Interpretación:

El 13.33% de los encuestados señalan que, si segrega los residuos en sus domicilios, del mismo modo, el 34.44 % a veces y el 52.22% indica que no segrega.

3. ¿Existe algún tipo de incentivo para los usuarios que segregan sus residuos sólidos?

Tabla 24: Incentivo para los usuarios que segregan sus residuos sólidos

INCENTIVO PARA LOS USUARIOS QUE SEGREGAN	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	11	12.22	12.22
b. A veces	15	16.67	28.89
c. No	64	71.11	100.00
TOTAL	90	100.00	

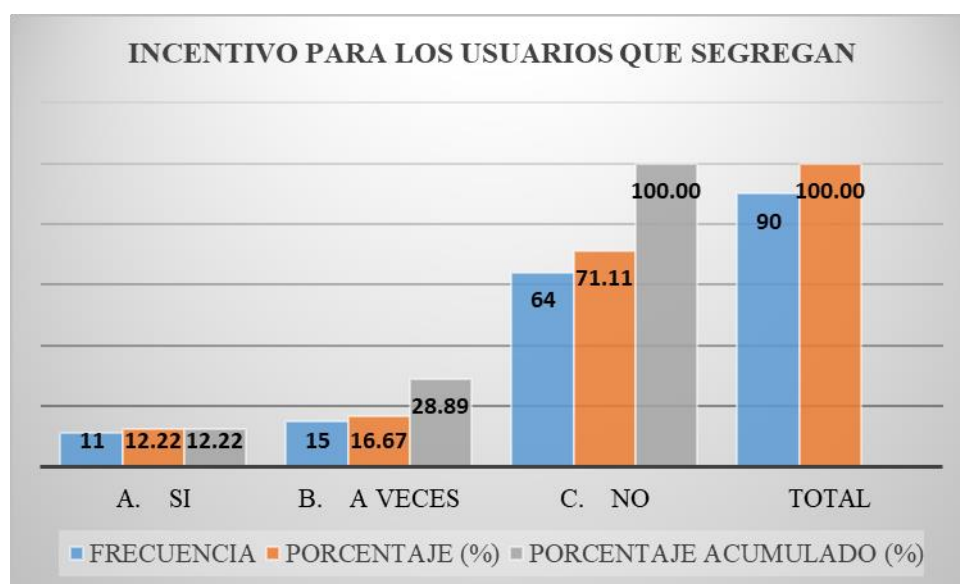


Figura 30: Incentivo para los usuarios que segregan sus residuos sólidos

Interpretación:

El 71.11% de los encuestados señala que no hay incentivos para la segregación de residuos sólidos, el 16.67% indica que muy pocas veces y el 12.22% señala que no hay incentivos.

4. ¿Existe un programa de seguimiento o control sistematizado de la iniciativa que incluya visitas técnicas?

Tabla 25: Seguimiento o control sistematizado de la iniciativa que incluya visitas técnicas.

SEGUIMIENTO O CONTROL SISTEMATIZADO DE LA INICIATIVA QUE INCLUYA VISITAS TÉCNICAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	11	12.22	12.22
b. A veces	15	16.67	28.89
c. No	64	71.11	100.00
TOTAL	90	100.00	

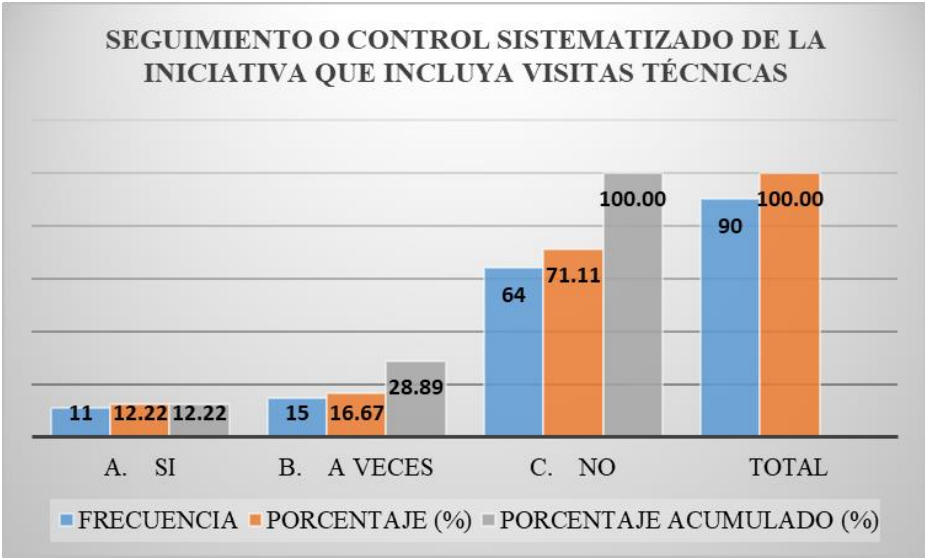


Figura 31: Seguimiento o control sistematizado de la iniciativa que incluya visitas técnicas.

Interpretación:

El 12.22% de los encuestados señala que ha observado seguimiento de control, el 71.11% indica que no y el 16.67% señala que a veces ha observado seguimiento de control.

5. ¿Se han elaborado memorias con los resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost?

Tabla 26: Resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost.

RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE SEGREGACIÓN PARA COMPOST	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	13	14.44	14.44
b. A veces	17	18.89	33.33
c. No	60	66.67	100.00
TOTAL	90	100.00	

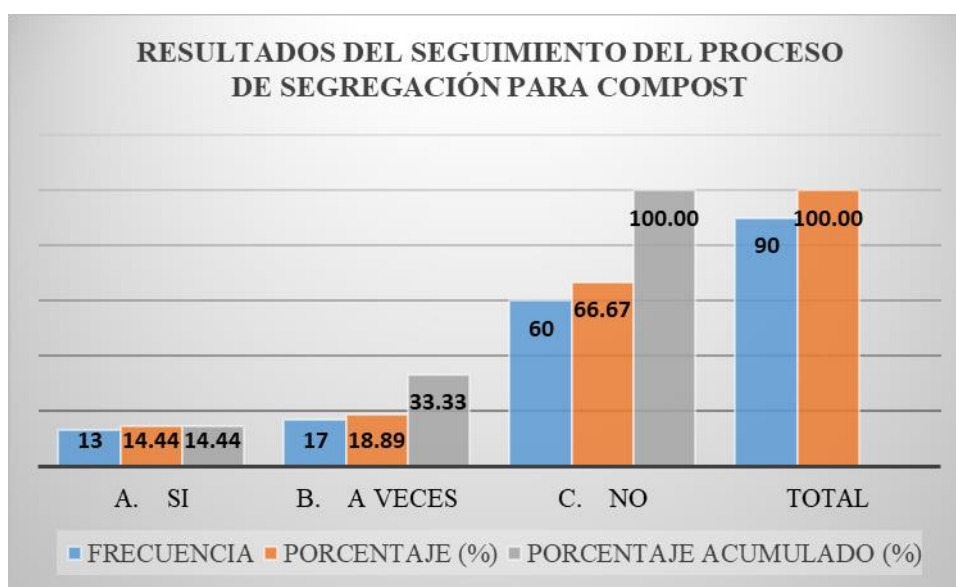


Figura 32: Resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost.

Interpretación:

El 14.44% de los encuestados indica que, si se han elaborado seguimiento con los resultados del proceso de segregación para compost, el 66.67% que no, el 18.89% que a veces se han hecho llegar los resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost.

6. ¿Conoce Ud. que existen actividades de experimentación en compostaje de parte de la Municipalidad?

Tabla 27: Actividades de experimentación en compostaje de parte de la Municipalidad.

ACTIVIDADES DE EXPERIMENTACIÓN EN COMPOSTAJE DE PARTE DE LA MUNICIPALIDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	18	20.00	20.00
b. A veces	17	18.89	38.89
c. No	55	61.11	100.00
TOTAL	90	100.00	

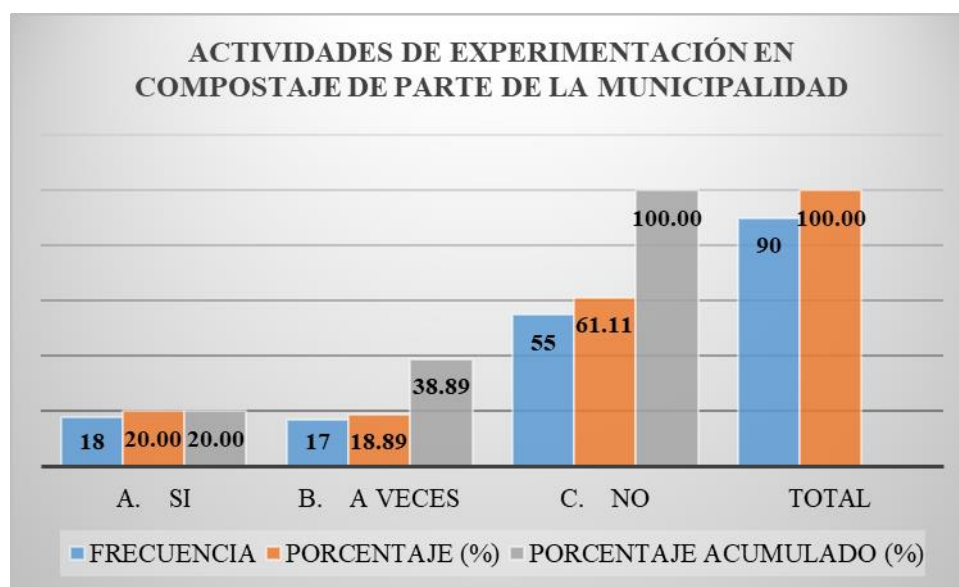


Figura 33: Actividades de experimentación en compostaje de parte de la Municipalidad.

Interpretación:

El 20.00 % de los encuestados indica que existen actividades de experimentación en compostaje por parte de la municipalidad, el 61.11 % señala que no existen, y el 18.89 % responde que a veces se realizan actividades.

4.1.3. Encuesta aplicada a los funcionarios de la Municipalidad

1. ¿La Municipalidad que problemas de recolección y transporte de RS que presenta la Municipalidad?

Tabla 28: Problemas de recolección y transporte de RS que presenta.

PROBLEMAS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Insuficiente personal	6	42.86	42.86
b. Insuficiente número de camiones recolectores y compactadores	7	50.00	92.86
c. No presenta problemas	1	7.14	100.00
TOTAL	14	100.00	

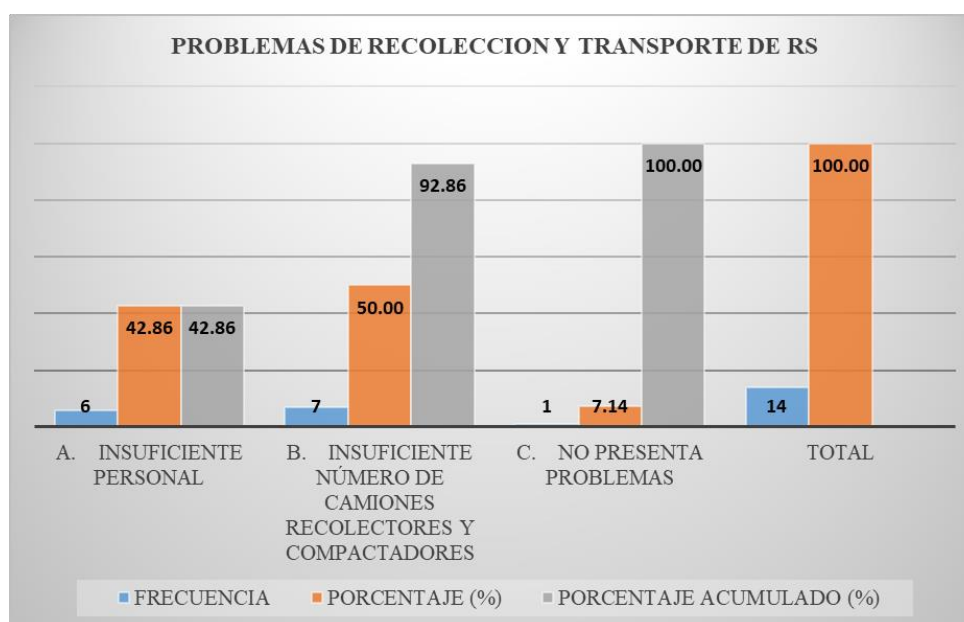


Figura 34: Problemas de recolección y transporte de RS que presenta.

Interpretación:

El 50.00 % de los encuestados responde que no hay suficientes camiones recolectores y compactadores de residuos sólidos (RS), el 42.86 % señala que no hay suficiente personal para la limpieza y recojo de RS, y el 7.14 % indica que no tienen problemas que afecten la recolección y transporte de estos residuos.

2. ¿La municipalidad aplica las políticas y estrategias de gestión ambiental de RS?

Tabla 29: Políticas y estrategias de gestión ambiental de RS.

POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION DE RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	8	57.14	57.14
b. No	2	14.29	71.43
c. Algunas veces	4	28.57	100.00
TOTAL	14	100.00	

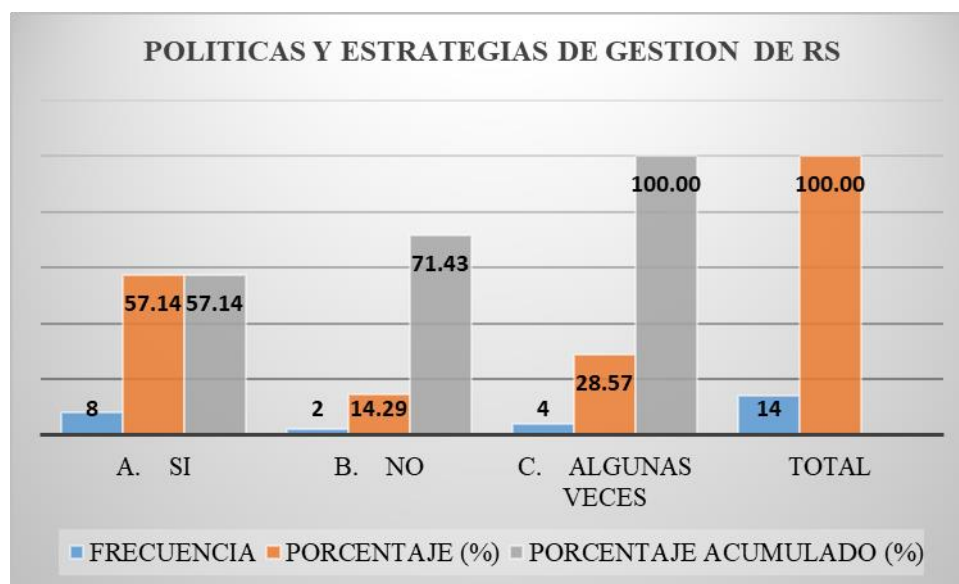


Figura 35: Políticas y estrategias de gestión ambiental de RS.

Interpretación:

El 57.14% de los encuestados responde que si se realizar gestión ambiental y tratamiento de RS, el 28.57% indica que algunas veces y el 14.29 % señala que no.

3. ¿La municipalidad tiene un almacén de RS para ser destinado al reciclaje o compost?

Tabla 30: Almacén de RS para ser destinado al reciclaje o compost.

ALMACEN DE RS PARA RECICLAJE O COMPOST	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	4	28.57	28.57
b. No	10	71.43	100.00
TOTAL	14	100.00	

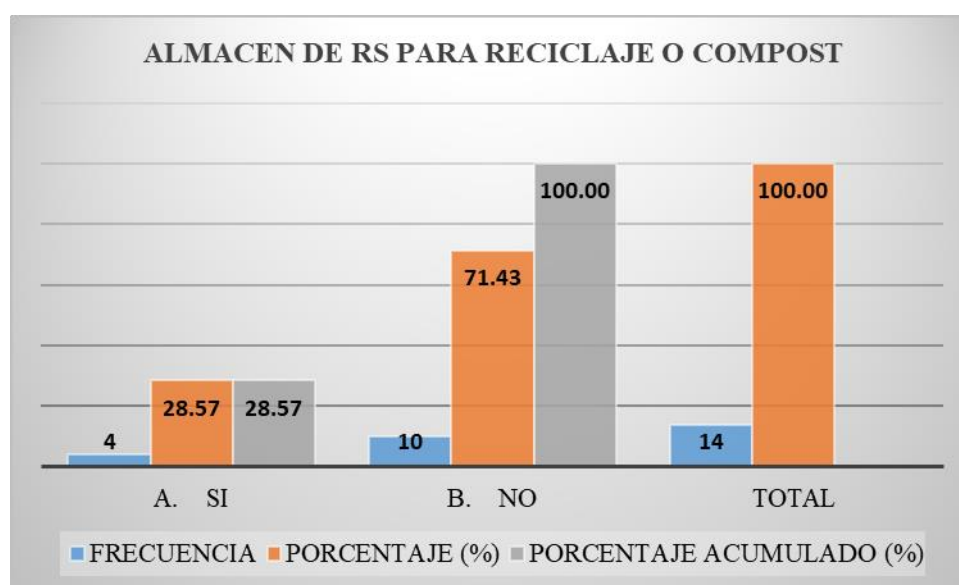


Figura 36: Almacén de RS para ser destinado al reciclaje o compost.

Interpretación:

El 71.43% de los encuestados señala que la municipalidad no tiene un almacén para actividades de reciclaje o compost de los RS, el 28.59% indica que si cuentan con este almacén.

4. ¿La municipalidad realiza procesos de reducción de volúmenes y características de peligrosidad de los RS?

Tabla 31: Procesos de reducción de volúmenes y características de peligrosidad de los RS.

PROCESOS DE REDUCCION DE VOLUMENES Y CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD DE RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	4	28.57	28.57
b. No	2	14.29	42.86
c. Algunas veces	8	57.14	100
TOTAL	14	100	

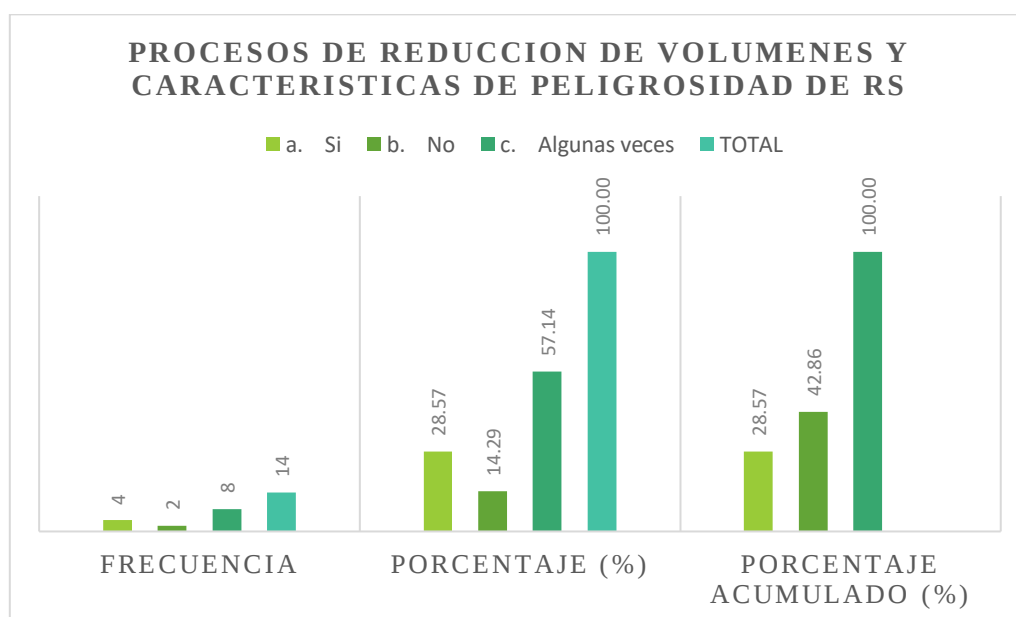


Figura 37: Procesos de reducción de volúmenes y características de peligrosidad de los RS.

Interpretación:

El 57.14 % de los encuestados responde que la municipalidad realiza acciones para reducir los volúmenes de generación y las características de peligrosidad de los residuos sólidos (RS) algunas veces, el 28.57 % señala que sí las realiza, y el 14.29 % indica que no.

5. ¿La Municipalidad ejecuta políticas o estrategias para el aprovechamiento de RS (compost, reúso y reciclaje) en el distrito?

Tabla 32: políticas o estrategias para el aprovechamiento de RS (compost, reúso y reciclaje) en el distrito

POLITICAS O ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	6	42.86	42.86
b. No	3	21.43	64.29
c. Algunas veces	5	35.71	100
TOTAL	14	100	

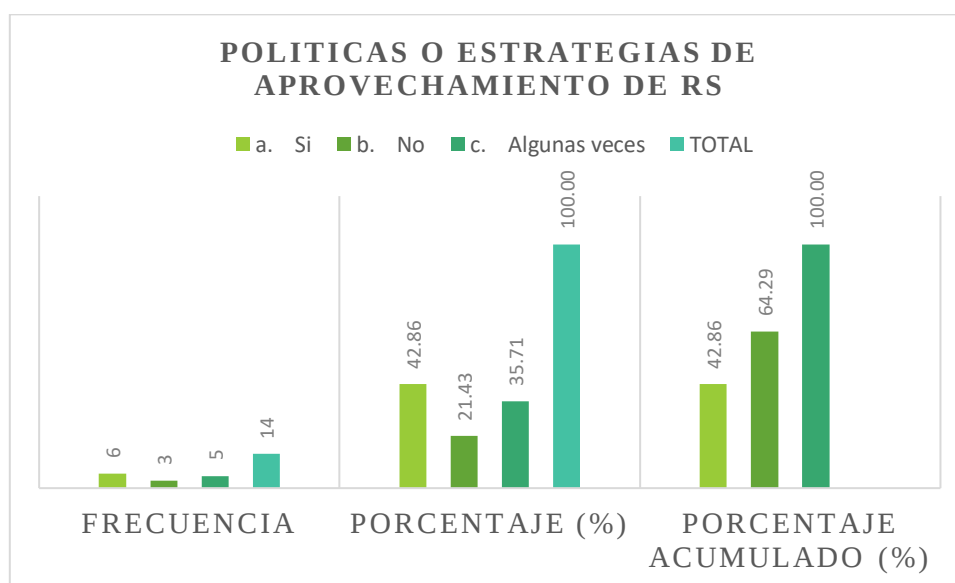


Figura 38: políticas o estrategias para el aprovechamiento de RS.

Interpretación:

El 42.86 % de los encuestados responde que la municipalidad ejecuta políticas y estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos (compost, reúso y reciclaje) en el distrito, el 35.71 % señala que algunas veces, y el 21.43 % indica que no.

6. ¿La municipalidad tiene programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS?

Tabla 33: Programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS.

PROGRAMAS DE RECICLAJE Y COMPOST DE LOS RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	5	35.71	35.71
b. No	9	64.29	100
TOTAL	14	100	

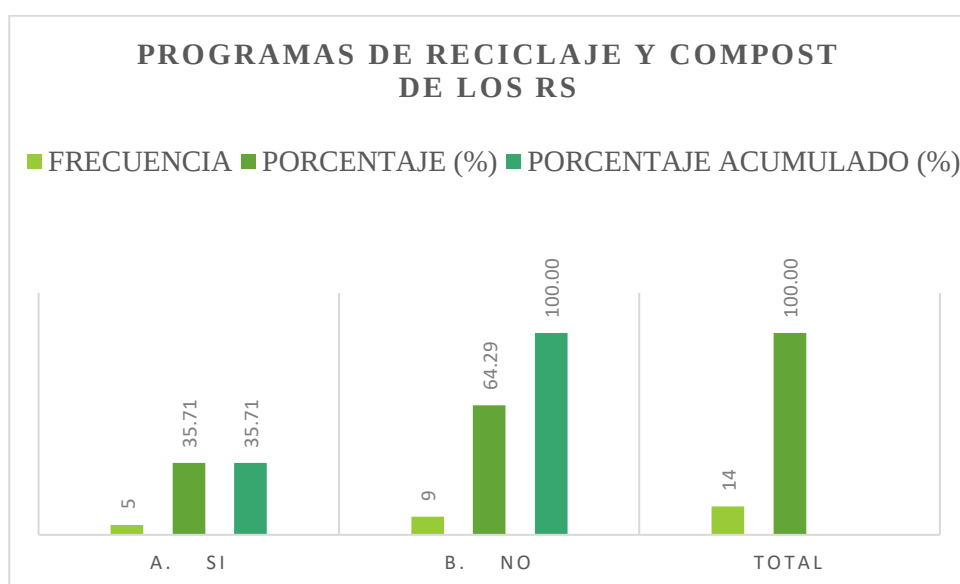


Figura 39: Programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS.

Interpretación:

El 64.29% de los encuestados señala que la municipalidad no tiene programas para incentivar el reciclaje y compost de los RS, el 35.71% indica que si tiene.

7. ¿La municipalidad ha aplicado campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost de RSD?

Tabla 34: Campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost de RSD

CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RSD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	9	64.29	64.29
b. Algunas veces	5	35.71	100
TOTAL	14	100	

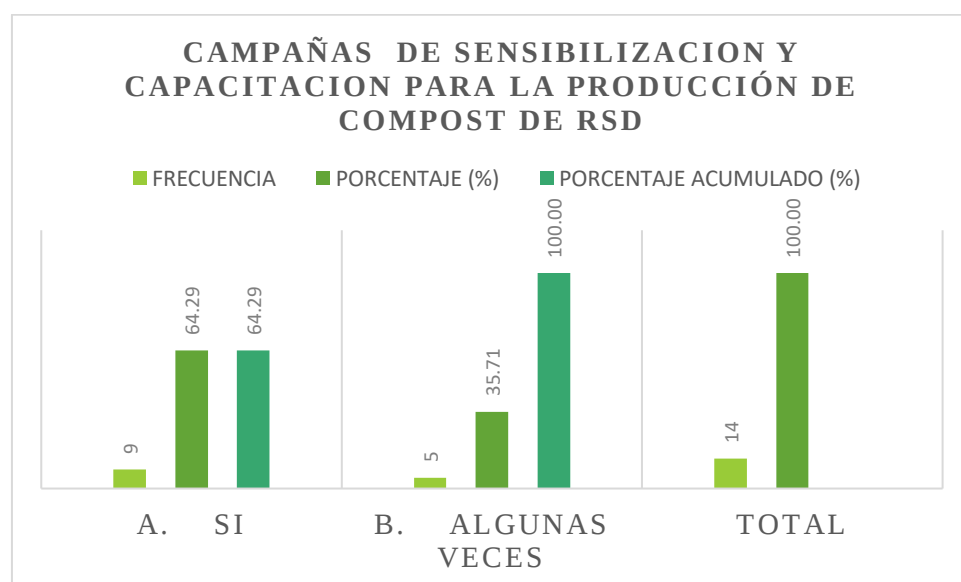


Figura 40: Campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost de RSD

Interpretación:

El 64.29 % de los encuestados señala que la municipalidad ha aplicado campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost a partir de residuos sólidos domiciliarios (RSD), mientras que el 35.71 % indica que algunas veces.

8. ¿La municipalidad recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS?

Tabla 35: Recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS.

RECUPERACION DE AREAS CONTAMINADAS POR RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	5	35.71	35.71
b. Algunas veces	9	64.29	100
TOTAL	14	100	

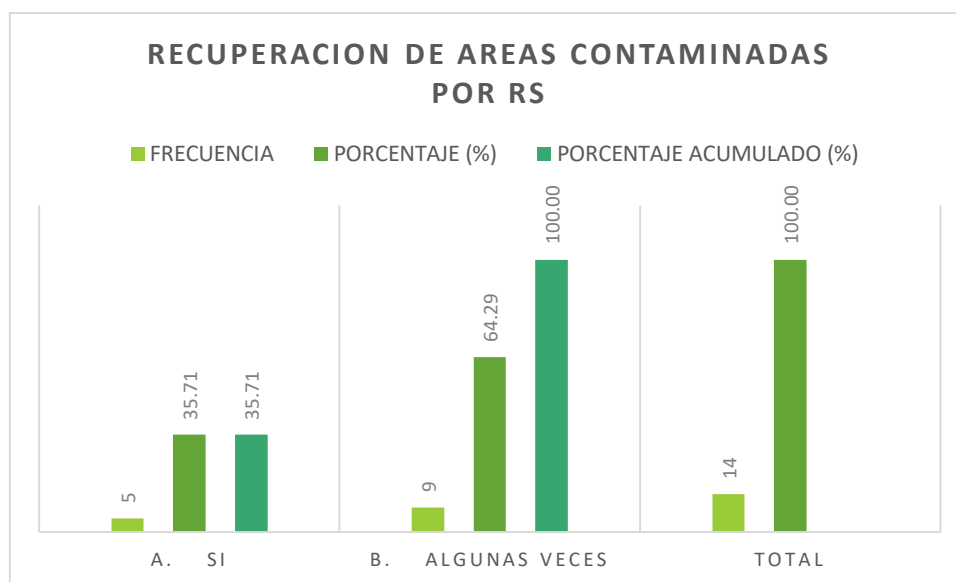


Figura 41: Recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS.

Interpretación:

El 64.29% de los encuestados señala que algunas veces la municipalidad recupera las áreas contaminadas por la descarga inapropiada de los RS y el 35.71% indica que sí.

9. ¿Cree Ud. que, para facilitar la gestión de los RS, debería conformarse Empresas públicas-privadas?

Tabla 36: Facilitar la gestión de los RS, debería conformarse Empresas públicas-privadas

EXISTENCIA DE EMPRESAS PUBLICAS-PRIVADAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	9	64.29	64.29
b. No	5	35.71	100
TOTAL	14	100	

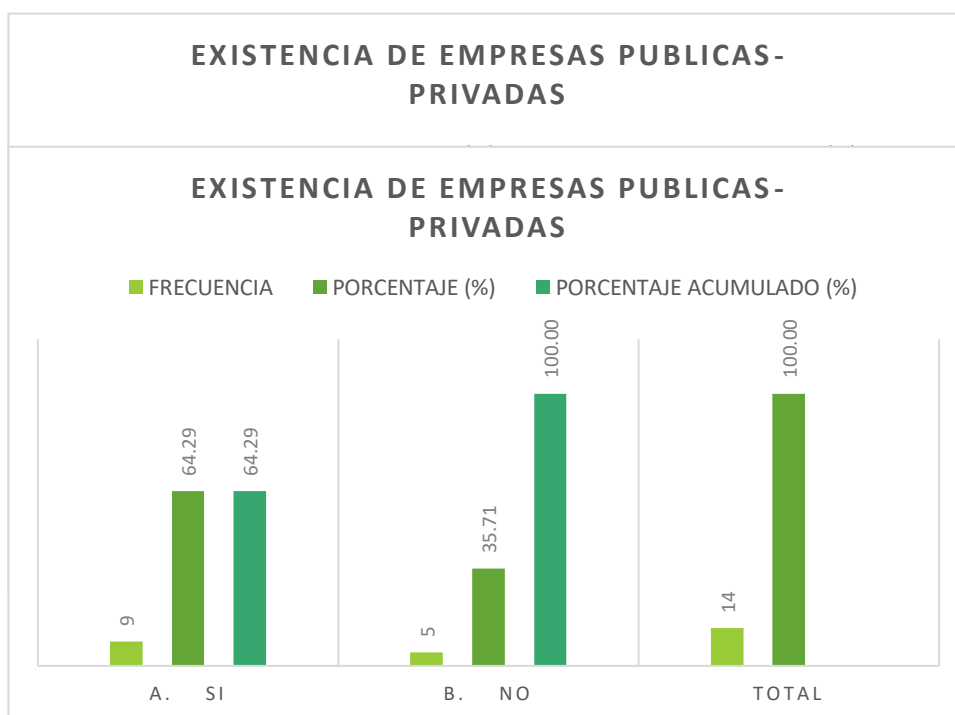


Figura 42: Existencia de empresas públicas-privadas.

Interpretación:

El 64.29% de los encuestados señala que, para optimizar la gestión de los RSD, debería existir Empresas públicas-privadas y el 35.71% considera que no es necesario.

10. ¿Para la gestión ambiental de los RS es apropiado el financiamiento por parte del Estado?

Tabla 37: *Apropiado el financiamiento por parte del Estado.*

FINANCIAMIENTO PARA LA GESTION DE LOS RS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	5	35.71	35.71
b. No	9	64.29	100
TOTAL	14	100	

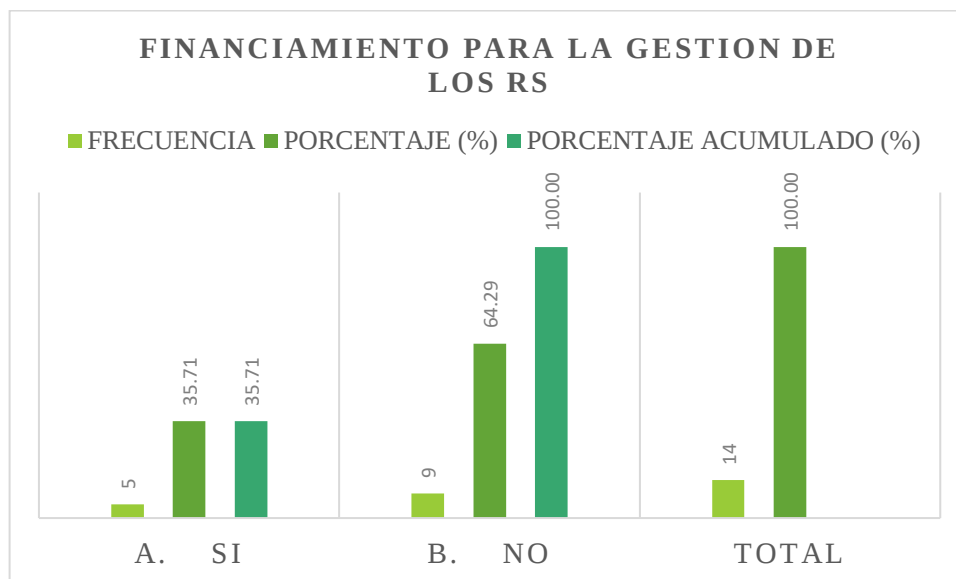


Figura 43: *Apropiado el financiamiento por parte del Estado*

Interpretación:

El 64.29 % de los encuestados señala que el financiamiento para la gestión ambiental de los RS no es apropiado y el 35.71% que indica si es suficiente.

11. ¿La Municipalidad ha realizado obras de mejoramiento en el servicio de segregación de RRSS en el distrito para evitar su contaminación?

Tabla 38: Obras de mejoramiento en el servicio de segregación de RRSS en el distrito para evitar su contaminación.

OBRAS DE MEJORAMIENTO EN EL SERVICIO SEGREGACIÓN DE RRSS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	5	35.71	35.71
b. No	9	64.29	100.00
TOTAL	14	100.00	

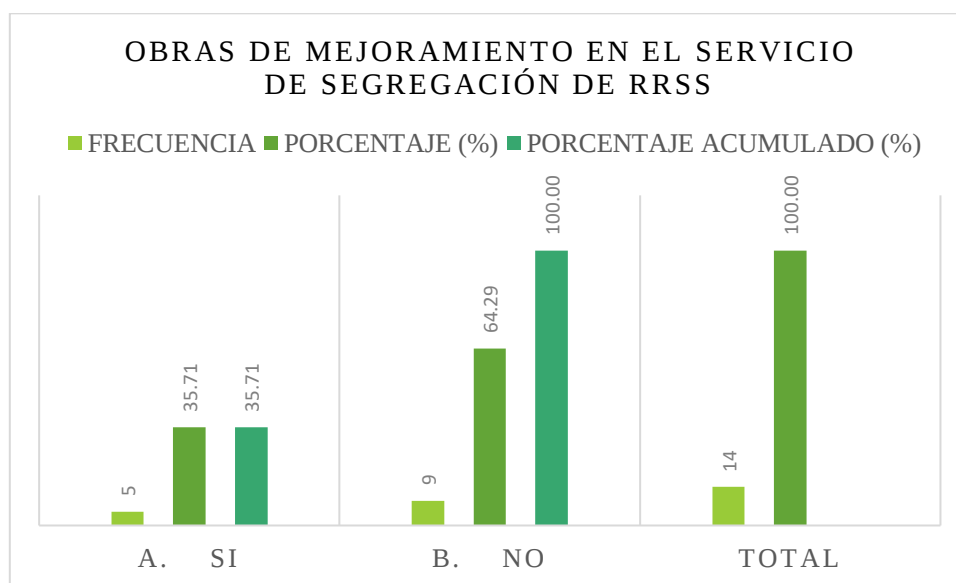


Figura 44: Obras de mejoramiento en el servicio de segregación de RRSS.

Interpretación:

El 64.29 % de los encuestados señala que no se han realizado obras de mejoramiento en el servicio de segregación de residuos sólidos (RRSS) en el distrito para evitar su contaminación, mientras que el 35.71 % indica que sí se han ejecutado estas obras.

12. ¿Cree Ud. que para la reducción de volúmenes de residuos es legal y adecuado la quema de basura en los botaderos?

Tabla 39: Reducción de volúmenes de residuos es legal y adecuado la quema de basura en los botaderos

QUEMA DE BASURA EN BOTADEROS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
a. Si	3	21.43	21.43
b. No	11	78.57	100
TOTAL	14	100	

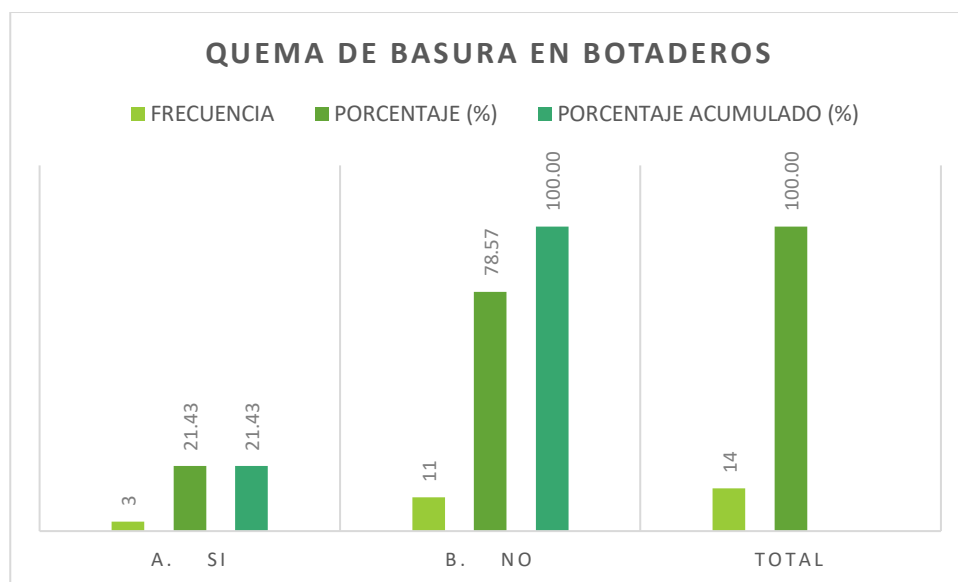


Figura 45: Reducción de volúmenes de residuos es legal y adecuado la quema de basura.

Interpretación:

El 78.57 % de los encuestados señala que la quema de basura en los botaderos no es una práctica legal ni adecuada para la reducción de volúmenes de residuos, mientras que el 21.43 % indica que sí lo es.

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Para la contrastación de la hipótesis general y las específicas se ha utilizado el Coeficiente de Correlación Rho de Spearman, ya que las variables evaluadas son cualitativas y las respuestas se miden en una escala ordinal.

4.2.1. Hipótesis general

Ha = El Aprovechamiento de los residuos sólidos Municipales permitirá la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023

H0 = El Aprovechamiento de los residuos sólidos Municipales NO permitirá la producción de compost en el Distrito de Ica, 2023

Tabla N°40: Correlación de la Hipótesis General

		Aprovechamiento de los residuos sólidos		producción de compost
Rho de Spearman	Aprovechamiento de los residuos sólidos	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	, 489 ,000
		N	90	90
	producción de compost	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	, 489 ,000	1,000
		N	90	90

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman indica un valor p bilateral significativo (0,000), que es inferior al máximo permitido de 0,05; en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

4.2.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Ha = El Conocimiento de las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost darán una mejor utilización de los residuos en el Distrito de Ica, 2023.

H0 = El Conocimiento de las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost NO darán una mejor utilización de los residuos en el Distrito de Ica, 2023.

Tabla N° 41: Correlación de la Hipótesis específica 1

			Conocimiento de las técnicas para el tratamiento RRSS	Mejor utilización de los residuos
Rho de Spearman	de	Conocimiento de las técnicas para el tratamiento RRSS	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000 ,317 ,003
			N	90
		Mejor utilización de los residuos	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	,317 ,003
			N	90

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman indica un valor p bilateral significativo (0,003), que es inferior al máximo permitido de 0,05; por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis específica 2

Ha = El Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la producción de compost servirá para el mejoramiento de suelos en el Distrito de Ica, 2023.

Ho = El Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la producción de compost NO servirá para el mejoramiento de suelos en el Distrito de Ica, 2023.

Tabla N° 42: Correlación de la Hipótesis específica 2

		Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales	Mejoramiento de suelos en el Distrito
Rho de Spearman	Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 ,619 ,000
		90	90
	Mejoramiento de suelos en el Distrito	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,619 ,000
		90	90

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman indica un valor p bilateral significativo (0,003), que es inferior al máximo permitido de 0,05; por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios tiene como objetivo fomentar la conciencia sobre la reducción y el consumo responsable. Se demuestra que la alta generación de residuos sólidos, comúnmente llamados basura, y su gestión inadecuada son uno de los principales problemas ambientales y de salud. Estos problemas se han agravado en los últimos años debido al crecimiento poblacional y a los modelos de producción y consumo actuales. Se presentan alternativas y usos para los materiales que usualmente se descartan como basura.

La gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos domésticos es responsabilidad de todos. Sin embargo, según las normativas vigentes en cada país, los residuos sólidos, una vez desechados por el generador, pasan a ser competencia de los gobiernos locales.

La principal responsabilidad de los municipios es organizar y gestionar el sistema público de saneamiento, lo que incluye la provisión de infraestructura para la recolección y eliminación de residuos sólidos.

Los residuos sólidos orgánicos domiciliarios constituyen el producto de las relaciones del hombre con su entorno, por lo tanto, su mejor definición es: "Cualquier material descartado por la actividad humana, que no tiene utilidad inmediata y se vuelve no deseable" (Brown, 2003).

La Gestión Integrada de Residuos se define como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión que se alinean con objetivos y metas específicas relacionados con los residuos sólidos. Las principales actividades que deben integrarse comprenden un estudio detallado de los residuos sólidos, incluyendo las diferentes fases de su producción y las diversas etapas de su gestión posterior.

Esta gestión integrada abarca todas las fases de la cadena de manejo de residuos: generación, disposición inicial, recolección, servicio de barrido y limpieza urbana, tratamiento, transferencia, transporte y disposición final.

Según Aquino P. et al., "Se afirma que, en cualquier ciudad, ya sea grande o pequeña, es esencial determinar la cantidad de basura que se va a recolectar y analizar sus características. Esto incluye evaluar su densidad, composición, humedad y el conocimiento de las cuestiones medioambientales asociadas"[65].

Los resultados de las encuestas aplicadas a la población se han evaluado en dos ítems: Gestión ambiental de residuos sólidos (RS) y producción de compost.

El 87.78% de los encuestados indicó que la acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) en las calles genera impactos negativos y afecta al desarrollo del distrito.

El 56.67% expresó una opinión muy negativa sobre el sistema actual de gestión de RSU.

Sin embargo, el 67.78% de los encuestados estaría dispuesto a asistir a cursos de formación en educación ambiental sobre la gestión de RSU.

En cuanto a la producción de compost, los resultados muestran que:

El 76.67% de los encuestados indica que la quema de residuos genera contaminación ambiental.

El 52.22% señala que no se redactó un documento que describa la experiencia de segregación de residuos sólidos.

El 71.11% menciona que no existe ningún tipo de incentivo para los usuarios que segregan sus residuos sólidos.

Asimismo, el 71.11% indica que no hay un programa de seguimiento o control sistematizado de la iniciativa, que incluya visitas técnicas.

El 66.67% afirma que no se han elaborado memorias con los resultados del seguimiento del proceso de segregación para compost.

Según Burzaco (2014), los problemas ocasionados por los residuos son perjudiciales para la población y la salud de las personas, por lo que es necesario tomar medidas correctivas.

Por último, el 61.11% de la población encuestada desconocía la existencia de actividades de experimentación en compostaje por parte de la Municipalidad.

En cuanto a la encuesta aplicada a los funcionarios de la municipalidad de Ica sobre la gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos (RSU):

El 57.14% indica que la municipalidad de Ica tiene un alto nivel de gestión ambiental de los RSU.

El 71.43% señala que el municipio no cuenta con un almacén de residuos sólidos para ser destinados al reciclaje o compostaje.

Pinto (2014) concluye que, debido a la falta de infraestructura y equipamiento para la recolección de residuos sólidos, se generan inconvenientes en la recolección y transporte. Este problema se debe a la ausencia de las maquinarias necesarias para llevar a cabo dicho proceso.

El 42.86% de los encuestados indica que las políticas de manejo y tratamiento de residuos sólidos (RS) se ejecutan. Esto coincide con Ubiergo, A. (2014), quien señala que un sistema de Gestión de Residuos Sólidos se compone de una serie de técnicas para manejar

adecuadamente los residuos en todas sus fases, desde la generación hasta su disposición final. Además, Guerrero & Erbiti (2006) mencionan que los indicadores de gestión "tienen como objetivo la evaluación y medición de la gestión ambiental, y deben ser capaces de medir los resultados de las estrategias e instrumentos aplicados a la gestión. Estos indicadores son fundamentales para mejorar la gestión".

El 64.29% de los encuestados señala que no disponen de un almacén para las actividades de reciclaje y compostaje de residuos sólidos urbanos (RSU). Diestra, B. (2012, p. 19) indica que el material recuperado no debe utilizarse en la fabricación de productos que entren en contacto con alimentos, medicamentos o juguetes.

El 35.71% de los encuestados mencionaron que algunas veces llevan a cabo procesos de reducción y capacitación para la producción de compost a partir de residuos sólidos domésticos (RSD). Además, el 42.86% de los encuestados indicaron que aplican políticas para la gestión de residuos a través del compostaje, la reutilización y el reciclaje.

La ecoeficiencia representa una oportunidad para realizar negocios, fomentar inversiones, generar empleo, abrir nuevos segmentos de mercado y asumir la responsabilidad empresarial con el medio ambiente y la sociedad (Testino, 2010).

El 64.29% de los encuestados respondió que desarrollan acciones de concientización y capacitación en educación ambiental para la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), de manera que la población se instruya y colabore activamente. Además, el 35.71% de los encuestados indicó que han aplicado campañas de sensibilización y capacitación para la producción de compost a partir de residuos sólidos domésticos (RSD).

Según Sobrini (2008), el impacto ambiental a menudo se asocia con el daño causado a la naturaleza. Señala que diversos componentes del medio ambiente, en los que se desarrolla la vida en nuestro planeta, son el sustento de las actividades humanas y están sujetos a modificaciones por estas actividades. Estas alteraciones pueden ser significativas y causar grandes problemas. Los factores ambientales que pueden verse afectados incluyen el aire, el agua, el suelo, así como factores sociales, económicos y culturales (p. 318).

El 64.29% de los encuestados está en desacuerdo con la existencia de empresas público-privadas para el manejo de los residuos sólidos. Asimismo, el 64.29% indica que el financiamiento proporcionado por el Estado es insuficiente para el manejo de los residuos sólidos, lo que lo hace ineficiente. Finalmente, el 78.57% señala que no es legal ni adecuado incinerar la basura en los vertederos para disminuir su volumen, ya que esto generaría contaminación atmosférica.

V. CONCLUSIONES

Conforme a la presente investigación se debe concluir que Aprovechar los residuos sólidos Municipales para la producción de compost En el Distrito de Ica, 2023 está relacionado a los mecanismos de participación a través de la unificación de esfuerzos de instituciones y empresas en el distrito Ica 2023. Lo que se ha evidenciado al aceptar la hipótesis de investigación con la prueba de contraste que es ,38(*), la variable modelo de gestión de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y producción de compost está diagnosticada bajo desarrollado además de los mecanismos de su participación a través de la unificación de esfuerzos de instituciones y empresas en el distrito Ica.

Asimismo, se llega a la conclusión de que conocer las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost en el Distrito de Ica, incide en la mejor utilización de los RR.SS.

Asimismo, se concluyó que El Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la producción de compost servirá para el mejoramiento de suelos en el Distrito de Ica.

La variable de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y producción de compost es diagnosticada, subdesarrollada igualmente los programas de fortalecimiento en lo referente a capacidad de gestión y recursos financieros en el distrito.

Se llega a la conclusión de que el Conocimiento de las técnicas para el tratamiento los residuos sólidos municipales para la producción de compost darán una mejor utilización de los residuos en el Distrito de Ica.

La variable Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y producción de compost es diagnosticada subdesarrollada también con las herramientas de educación y sensibilización ambiental en el distrito

Las encuestas realizadas a la población y autoridades de la municipalidad distrital de Ica, concluyen que existe una relación directa entre el aprovechamiento de los residuos sólidos, lo que implica que las autoridades municipales no efectúan una correcta gestión ambiental de los RSU.

Se ha determinado que existe una relación significativa entre la gestión ambiental de los residuos sólidos y los impactos al medio ambiente en el distrito de Ica, ya que el coeficiente de correlación

tiene un valor de 0.489 y el valor p es igual a cero, valor menor al máximo permitido que es 0.05. Por consiguiente, se acepta la hipótesis principal de la investigación.

Se ha determinado que existe una relación significativa entre el conocimiento de las técnicas para el tratamiento RRSS y la mejor utilización de los residuos en el distrito de Ica, ya que el coeficiente de correlación tiene un valor de 0,317 y el p-valor es igual a cero, valor menor al máximo permitido, que es 0,05. Por consiguiente, se acepta la hipótesis específica de investigación

Se ha determinado que existe una relación significativa entre el aprovechamiento de los residuos sólidos municipales y el Mejoramiento de suelos en el Distrito en el distrito de Ica, ya que el coeficiente de correlación tiene un valor de 0.619 y el p-valor es igual a cero, valor menor al máximo permitido, que es 0.05. Por consiguiente, se acepta la hipótesis específica de investigación 2.

Uno de los factores del manejo de los RS que influyen en el impacto ambiental es el transporte, la insuficiente mano de obra en el traslado de los RS y el no tener una infraestructura adecuada para su tratamiento y disposición final, esto afectaría el aire, el suelo y los factores sociales y culturales.

VI. RECOMENDACIONES

La municipalidad distrital de Ica debería implementar un modelo flexible para el manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y la producción de compost, abordándolo de manera integral y fomentando la concienciación y sensibilización de los ciudadanos para crear una cultura ambiental adecuada. Es esencial que se promueva entre la población una verdadera mentalidad de segregación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, facilitando la producción de compost a nivel industrial.

Es necesario que la municipalidad distrital de Ica incremente los mecanismos de participación comunitaria, involucrando a instituciones y empresas sostenibles, y sensibilizando a la ciudadanía para fomentar una cultura ambiental colaborativa que permita la generación de compost en el distrito de Ica.

Además, la municipalidad debe fortalecer los programas de gestión y financiamiento relacionados con el manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y la producción de compost, concienciando a la población lo antes posible. La capacitación de los habitantes del distrito de Parcona es crucial para proporcionarles los recursos necesarios para el adecuado manejo de residuos sólidos.

La municipalidad distrital de Ica debe fortalecer sus herramientas pedagógicas y de concientización ambiental mediante programas educativos diseñados para apoyar el trabajo ciudadano en el ámbito pedagógico. Estos instrumentos deben estar orientados hacia la enseñanza y el aprendizaje autónomo, permitiendo el desarrollo de habilidades cognitivas específicas.

Es imprescindible que la Municipalidad de Ica realice una caracterización anual de los residuos sólidos urbanos (RSU), en consonancia con la Resolución que aprobó la Guía Metodológica de RSU. Esto permitirá disponer de un registro estadístico sobre el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos.

La Dirección de Gestión Ambiental debe llevar a cabo capacitaciones y programas de sensibilización dirigidos a la población, empleados y trabajadores municipales en temas ambientales, con el fin de fomentar una participación activa en el tratamiento de los residuos y mejorar la gestión de los RSU.

El municipio debe implementar programas de reciclaje de residuos sólidos urbanos (RSU) dentro del marco del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) para minimizar los impactos ambientales y garantizar la conservación del medio ambiente.

Se recomienda a la municipalidad llevar a cabo una investigación comparativa sobre sistemas de gestión ambiental y mejores prácticas basadas en la norma ISO 14001:2015. Esto contribuirá al desarrollo de un modelo óptimo, que será evaluado mediante indicadores de impacto ambiental.

Con base en los resultados de esta investigación, se sugiere implementar políticas ambientales que promuevan el reciclaje de RSU. Además, es fundamental desarrollar un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios y realizar capacitaciones tanto en las escuelas como en el municipio.

La municipalidad distrital debe mostrar un verdadero compromiso proporcionando apoyo normativo, financiero, técnico y logístico para la implementación y ejecución de la recolección de residuos sólidos domiciliarios. Esto ayudará a concienciar a los habitantes del distrito sobre la problemática del manejo de residuos sólidos.

Es necesario impartir capacitaciones, charlas y talleres sobre gestión de residuos sólidos y educación ambiental en el distrito. También es importante fomentar iniciativas de separación y reciclaje de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, con la participación de la comunidad y la municipalidad.

La capacitación del personal operativo de la municipalidad en planificación, gestión y manejo de residuos sólidos es crucial. Además, sensibilizar y movilizar a la población es un proceso largo, pero una vez alcanzado, es importante continuar trabajando para mantener la educación ambiental.

Debe existir un diálogo constante entre vecinos y funcionarios de la municipalidad para evitar la formación de puntos críticos. Un manejo adecuado de los residuos contribuirá a proteger el medio ambiente y la salud pública.

La implementación de un plan de manejo de residuos sólidos en el municipio es necesaria, ya que varios gobiernos municipales han pasado sin resolver este problema. Contar con una normativa adecuada y la voluntad de los ciudadanos es esencial para desarrollar con éxito este plan.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Villegas Hernandez, “Propuesta Socio-Ambiental para el Compostaje de los Residuos Solidos Orgánicos,” p. 162, 2010.
- [2] Universidad Pontificia Bolivariana, “Manejo de residuos sólidos,” 2017.
- [3] MINAM, “Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,” p. 46, 2019.
- [4] C. Bautista Parejo, “Residuos. guía técnico jurídica,” *Mundi-Prensa*, p. 2, 1998.
- [5] Ministerio del Ambiente, “Sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013,” *Minam*, p. 137, 2014.
- [6] Ministerio del Ambiente, “Plan Nacional De Gestión Integral de Residuos Sólidos,” *Ministerio del Ambiente*. Ministerio del Ambiente, Lima - Perú, Lima, p. 80 Pag., 2016. [Online]. Available: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/IMPRIMIR-PLANRES-2016-2024-25-07-16.pdf>
- [7] E. M. ALCÁNTARA LEZMA and J. V. RABANAL MIGUEL, “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST EN EL DISTRITO DE CHANCAY – SAN MARCOS – CAJAMARCA 2015,” UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2015. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/11186/alcantara_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [8] M. P. L. F. R. C. P. ANDRÉS, “CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA AYORA Y SU POTENCIAL USO COMO ABONO DENTRO DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE DE LA ZONA,” Universidad Politécnica Salesiana, 2019.
- [9] L. A. Gallego Otalvaro and C. F. Rivera Murillo, “Formulación de una propuesta de aprovechamiento de residuos orgánicos como aporte a una gestión ambiental sostenible,” *universidad el bosque*, 2019.
- [10] V. Alvarez Abelo, “Comportamiento agronómico del haba (*Vicia faba* L.) en suelos mejorados con diferentes niveles de compost elaborado a partir de desechos sólidos urbanos

- en Cota Cota,” universidad mayor de san andres, 2014.
- [11] L. I. Hernandez Edquen, ““APLICACIÓN DE COMPOSTAJE COMO BIOFERTILIZANTE PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE SUELOS DEL SECTOR JOSÉ OLAYA, DISTRITO BAMBAMARCA, 2017,”” universidad cesar vallejo, 2017.
 - [12] L. M. Soria Tito, “APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS COMO ABONO ORGANICO EN MUNICIPALIDADES DISTRITALES,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA, 2018. [Online]. Available:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6242/FSMsottlm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - [13] R. V. Ayala Alarco, J. Ramírez Peralta, J. Rey Sánchez Vargas, and M. I. Taxa Villegas, “Desarrollo de un modelo de negocio de compostaje de residuos sólidos orgánicos para la comercialización de abono orgánico,” Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020.
 - [14] G. Mendoza Huamani, “Mejora en el rendimiento del cultivo de palpa Hass (Persea americana ‘ hass ’) mediante la instalacion de un biodigestor en el Fundo Huachacmaran,” Universidad de Lima, 2021.
 - [15] Guerrero, *medio ambiente y desarrollo sustentable*. Medio ambiente y ecología, fertilizantes comerciales. Barcelona, España., 1993.
 - [16] F. Produce, *Manual para la produccion de abonos organicos y biorracionales*. sinaloa, 2019.
 - [17] Uribe, “Taller de Abonos Orgánicos,” *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2003, doi: 10.1023/A:1009738307837.
 - [18] Gallardo Minaya, “Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana,” *library*, 2013.
 - [19] X. Elias, “Tecnologías aplicables al tratamiento de residuos,” *Ed. Dialnet*, p. 172, 2012.
 - [20] J. M. Alvarez de la Puente, “Manual de Compostaje para Agricultura Ecologica,” *Compost. para Agric. Ecol.*, no. February 2010, p. 49, 2006, doi: 10.13140/RG.2.2.20182.24647.
 - [21] J. MORENO CASCO, “Compostaje,” *Mundiprensa*, p. 2, 2008.
 - [22] J. Abellan and J. Palacios, “Manual De Compostaje,” *Minist. Medio Ambient. Y Medio Rural Y Mar.*, vol. 2, pp. 11–24, 2015.

- [23] J. Arrigoni, “Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala,” pp. 1–190, 2016.
- [24] R. Navarro, “Manual para hacer composta Aeróbica,” *CESTA. Amigos la Tierra. San Salvador. El Salvador*, p. 21, 2003.
- [25] C. Torres Yabar, “Evaluación del compost a partir de los residuos orgánicos del Centro de Abastos Grau para el mejoramiento de suelos del distrito La Yarada-Los Palos, Tacna-2018,” Universidad Católica de Santa María, 2019.
- [26] J. C. Salinas Jiménez, “La Fiscalización De Residuos Sólidos Domésticos Y Su Impacto En El Distrito De Santiago De Surco,” Universidad Nacional Federico Villareal, 2019.
- [27] OEFA, “Fiscalizacion ambiental en residuos solidos de gestion municipal provincial,” 2015.
- [28] L. 27314, “Ley general de residuos,” *Diario Oficial “El Peruano.”* el peruano, lima Perú-2000., p. 26, 2000.
- [29] M. y P. Abad, “Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de Bunol (Valencia) con fines hortícolas. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Bunol, Valencia, 100 p. - Referencias - Editorial Investigación Científica,” 2002.
- [30] B. Escobar López, “Percepción Del Manejo De Residuos Sólidos En La Comunidad De La Pontificia Universidad Javeriana,” 2014.
- [31] C. Mendoza, “Plan de minimización y manejo de residuos sólidos para una planta cementera en Piura,” *Univ. Piura*, p. 137, 2019, [Online]. Available: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4051>
- [32] E. Galarza Contreras, “Residuos y áreas verdes,” *Minist. del Ambient.*, p. 36, 2016.
- [33] Ecoembes, “Conoce cómo se clasifican los residuos.”
- [34] R. Salas Ticona and M. Madera Terán, “Educacion Ambiental Para Conservar el Agua y Residuos Solidos,” *Rev. UANCV*, pp. 86–95, 2015.
- [35] C. Montes Cortes, *Estudio de los Residuos Solidos en Colombia*, Primera Ed. Colombia: Ubiversidad Externado de Colombia, 2018.
- [36] H. Rodríguez Herrera, *Gestión Integral de residuos Sólidos*. Fundación Universitaria del Área Andina., 2012. doi: <https://digitk>.
- [37] J. González, “Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución,” *Rev. Gestión y Región*, no. 22, pp. 101–119, 2016.

- [38] Minam, “Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual”.
- [39] J. A. Solis Quispe, “Actitud de conservación del medio ambiente y su relación con estrategias de formación ambiental en estudiantes de la facultad de educación – UNSAAC,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2018.
- [40] L. martinez centeno, “RESIDUOS,” p. 32, 2008.
- [41] INACAL, “Norma Técnica Peruana 900.058.2019,” *Inst. Nac. Calid.*, pp. 1–14, 2019.
- [42] D. Cajamarca, “Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos,” *Univ. Cuenca*, p. 118, 2012.
- [43] C. Gutiérrez Martín, “Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos,” UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, 2013.
- [44] D. Sztern and M. Pravia, “Manual Para La Elaboración De Compost Bases Conceptuales Y Procedimientos,” *Unidad Desarrollo. Munic. Organ. Panam. La Salud Organ. Mund. La Salud*, p. 69, 1999.
- [45] D. Vásquez Proaño, “Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos,” ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2008.
- [46] E. Ávila Soler, “Biogas : Opción real de seguridad energética para México ,” Instituto Politécnico Nacional, 2009.
- [47] María Pilar Martínez Jiménez, “tecnologías aplicables al tratamiento de residuos,” *Dialnet*, 2009.
- [48] J. Moreno Casco and R. Moral Herrero, “Compostaje,” *Mundi-Prensa*, 2008.
- [49] “Definición de aprovechamiento de residuos - Diccionario panhispánico del español jurídico - RAE.”
- [50] W. MARTINEZ LARICO, “TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE MERCADOS MEDIANTE COMPOSTAJE AEROTÉRMICO PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN LA CIUDAD DE JULIACA – 2017,” UNIVERSIDAD ANDINA, 2020. [Online]. Available: http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/4962/T036_70476965_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- [51] “Provincia de Ica - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
- [52] INEI, *Instituto Nacional de estadística e Informática. Sistema ESTADISTICO nacional*. Oficina Departamental de Estadística e Informática de ICA, 2017.
- [53] “Distrito de Ica - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Ica (accessed Jul. 02, 2024).
- [54] R. Hernandez, C. Fernandez, and P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, Sexta Edic. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736, 2014.
- [55] M. Tamayo y Tamayo, *El Proceso de la Investigación Científica. Incluye evaluación y Administración de Proyectos de Investigación*, Cuarta Edi. Mexico - Mexico, 2003.
- [56] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. 2010.
- [57] E. Cabezas, D. Andrade, and J. Torres, *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Ecuador, 2018.
- [58] S. Carrasco Diaz, “Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación,” *Universidad de San Martín de Porres*, 2008.
- [59] “El clima en Ica, el tiempo por mes, temperatura promedio (Perú) - Weather Spark.”
<https://es.weatherspark.com/y/22218/Clima-promedio-en-Ica-Perú-durante-todo-el-año> (accessed Jul. 02, 2024).
- [60] “Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos,” 2018.
<https://sigersol.minam.gob.pe/2015/menu.php#> (accessed May 06, 2023).
- [61] F. N. ROJAS PÉREZ and E. A. ZELEDÓN VÍLCHEZ, “Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Hacienda las Mercedes, Managua. 2005,” 2007. [Online]. Available:
https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02r741.pdf%0Ahttps://www.academia.edu/35605609/UNIVERSIDAD_NACIONAL_AGRARIA_FACULTAD_DE_AGRONOMÍA_DEPARTAMENTO_DE_PRODUCCIÓN_VEGETAL_TEXTO_BASICODE_AGROECOLOGÍA_III_AÑO_DE_INGENIERÍA_AGRONOMICA_GENERALISTA_PREPARADO_POR
- [62] P. J. Stoffella and B. A. Kahn, “Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola,” p. 397, 2005, Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available:

<https://rebiun.baratz.es/rebiun/record/Rebiun14872282>

- [63] H. W. Dalzell, A. J. Biddlestone, K. R. Gray, and K. Thuraiarajan, *Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales*. FAO, 1991. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/5192>
- [64] C. AVEIGA VILLACIS, “USO DE BIOPREPARADOS DEGRADADORES DE MATERIA ORGANICA POR METODO DE COMPOSTAJE UTILIZANDO RESIDUOS ORGANICOS DE BARES DE LA ULEAM. PERIODO FEBRERO - JULIO 2013.,” UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4360/1/ULEAM-POSG-GA-0094.pdf>
- [65] R. H. Aquino Portal, “Detalles de: Métodos para análisis de agua, suelos y residuos sólidos › Biblioteca UNE Koha,” 1999. https://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=64291&query_desc=an%3A%2222211%22# (accessed May 07, 2023).