

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**“PLAN DE SEGREGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE COMPOST
DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO
SANTA ROSA EN EL DISTRITO GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR

Bach. ANAGABRIELA VILCA MAMANI

TACNA – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**“PLAN DE SEGREGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE COMPOST
DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO
SANTA ROSA EN EL DISTRITO GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 25 de diciembre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtra. CLAUDIA VANESSA CLAVIJO KOC

SECRETARIO: M Sc. MARISOL MENDOZA AQUINO

VOCAL: Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS

ASESOR: M Sc. GERMÁN MAMANI AGUILAR

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Anagabriela Vilca Mamani, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 71205258.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor(a) de la tesis titulada:
Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del mercado Santa Rosa en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021”
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y de referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto mediante la presente asumo frente a la *universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos por la obra y/o invención presentada.

En conclusión, me hago responsable frente a *la universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causen en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio o falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente asumo las consecuencias que de mi acción se deriven sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 25 de diciembre del 2021



— Anagabriela Vilca Mamani —

DNI: 71205258

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi Madre Rosa Graciela y a mi hermana Rossi quienes estuvieron siempre apoyándome con todo momento y sin ellas no lo habría logrado.

Mi tesis también se la dedico a Jorge quien nunca dudo de mi para la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la salud y las fuerzas para seguir adelante.

Agradezco al Ing. Monroy por compartirme sus conocimientos.

Al Ing. Aduvire quien me permitió formar parte de su equipo de trabajo.

Al Ing. Mamani por su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Justificación e importancia	3
1.3.1 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	4
1.5.1 Hipótesis específicas	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes del estudio	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	7
2.1.3 Antecedentes locales	9
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Normativa de residuos solidos	9
2.2.2 Compost	18
2.2.3 Compostaje	19
2.2.4 Residuos	19
2.2.5 Abonos orgánicos	20

2.2.6	Caracterización de los residuos	20
2.2.7	Planta de compostaje.....	20
2.2.8	Reducción y aprovechamiento de los residuos sólidos	21
2.2.9	Calidad de compost	21
2.2.10	Infraestructura necesaria para el proceso	21
2.2.11	Segregación en fuente y recolección de residuos sólidos	21
2.3	Historia contemporánea del compostaje	22
2.4	¿Por qué compostar?	23
2.5	Materias primas que interviene en la elaboración de compost.....	23
2.6	Organismos que intervienen en el proceso de compostaje	23
2.7	Elementos químicos presentes en el compost	24
2.8	Materiales que se deben tomar en cuenta en la elaboración del compost	24
2.8.1	Materiales de rápida descomposición	24
2.8.2	Materiales de descomposición muy lenta.....	25
2.8.3	Materiales que no se pueden Usar en el compostaje	25
2.9	Los factores que determinan el proceso de compostaje	25
2.10	Factores que influyen en el compostaje.....	26
2.10.1	Estructura y estado de los restos orgánicos.....	26
2.10.2	Equilibrio Carbono – Nitrógeno	26
2.10.3	Relación carbono - nitrógeno (C: N).....	26
2.11	Otros factores que afectan el proceso del compostaje.....	27
2.11.1	Aire y Ventilación	27
2.11.2	Humedad	28
2.11.3	Calor o temperatura	28
2.12	Elaboración del compost	28
2.12.1	Duración del proceso de compostaje	28
2.12.2	Problemas frecuentes y su solución.....	29
2.12.3	Compostaje anaeróbico	30
2.13	Fases de compostaje.....	30
2.13.1	Fase mesófila	30
2.13.2	Fase termófila o de higienización	31
2.13.3	Fase de mesófila II.....	31
2.13.4	Fase de maduración	32
2.14	Parámetros del proceso de compostaje.....	32
2.14.1	Temperatura	32
2.14.2	Humedad	33

2.14.3	pH.....	34
2.14.4	Parámetros de pH.....	34
2.14.5	Oxígeno	35
2.14.6	Parámetros de temperatura	35
2.15	Características del compost de calidad.....	36
2.15.1	Características químicas.....	36
2.15.2	Características físicas	36
2.15.3	Madurez y calidad.....	36
2.16	Propiedades del compost en los suelos.....	37
2.17	Tipo de proceso de compostaje	37
2.17.1	Compostaje tradicional.....	37
2.17.2	Compostaje mecanizado.....	37
2.18	Usos y Beneficios de Abonos orgánicos.....	38
2.19	Ventajas del uso compost.....	38
2.20	Recomendaciones para obtener un compost de calidad.....	39
CÁPITULO III: MARCO METODOLÓGICO		40
3.1	Tipo y nivel de la investigación	40
3.1.1	Formulación y Aplicación del Plan de Segregación en el mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa	40
3.1.2	Caracterización y elaboración de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.	41
3.2	Población y/o muestra del estudio	42
3.2.1	Población	42
3.2.2	Muestra.....	43
3.2.3	Muestreo de Residuos Orgánicos	44
3.2.4	Materiales y equipo.....	44
3.3	Operacionalización de Variables.....	47
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	48
3.4.1	Tratamiento de datos estadísticos.....	48
3.5	Procesamiento y análisis de datos.....	48
3.5.1	Análisis estadístico	48
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		49
4.1	Análisis Estadístico.....	49
4.2	Diseño de la pila compostera.....	56
4.3	Implementar la pila compostera	56

4.4	Características físicas - químicas de las diferentes fases del compostaje	59
4.4.1	Características físicas iniciales	59
4.4.2	Evolución de la temperatura durante el compostaje	60
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	65
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación - Nitrógeno	27
Tabla 2. Problemas más frecuentes en la elaboración de compost	29
Tabla 3. Posibles problemas y soluciones en el compostaje.....	30
Tabla 4. Parámetros de pH óptimos.....	35
Tabla 5. Parámetros de temperatura óptimos	35
Tabla 6. Cronograma de Capacitaciones	42
Tabla 7. Dimensiones de la compostera.....	43
Tabla 8. Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 9. Segrega adecuadamente los residuos orgánicos e inorgánicos - antes y después de Aplicar el plan de segregación.....	50
Tabla 10. Identifica adecuadamente los residuos orgánicos e inorgánico – antes y después.....	45
Tabla 11. Sabes cuáles son residuos orgánicos son adecuados para elaborar Compost-antes y después Materiales para Personal	51
Tabla 12. Participantes del plan de segregación de residuos orgánicos	52
Tabla 13. (Primera Semana).....	52
Tabla 14. Caracterización de los residuos del Mercado de abastos Santa Rosa (Segunda Semana).....	53
Tabla 15. Cantidad de residuos vegetales generados para el armado de la pila compostaje	54
Tabla 16. Cantidad de residuos vegetales generados para el armado de la pila compostaje	55
Tabla 17. Recolección total de residuos orgánicos (Cascaras de verduras y frutas)	56
Tabla 18. Formación de la pila de compostaje de los residuos orgánicos de verduras y fruta	59
Tabla 19. Parámetro físico inicial de Los residuos orgánicos.....	61
Tabla 20. Monitoreo de temperatura en la pila de compostaje.....	62
Tabla 21. Monitoreo del porcentaje de humedad del compost.....	64
Tabla 22. Monitoreo del pH del compost.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de elaboración de compost	32
Figura 2. Proceso de elaboración de Compost	46
Figura 3. Residuos Recolectados	54
Figura 4. Picado de los residuos orgánicos.....	55
Figura 5. Medidas de la Pila de compostaje.....	56
Figura 6. Pila Compostera	58
Figura 7. Temperatura de las pilas de compostaje.....	61
Figura 8. Porcentaje humedad en el proceso de compostaje.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del mercado.....	75
Anexos 2. Plano de ubicación de distribución de los puestos del mercado santa rosa de Lima.....	91
Anexos 3. Imágenes	92
Anexos 4. Tríptico informativo de los residuos orgánicos.....	93
Anexos 5. Encuesta para los comerciantes de puesto del mercado de abastos Santa Rosa	94
Anexos 6. Matriz de consistencia.....	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un “Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del Mercado Santa Rosa en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021” mediante la segregación y procesos de producción de compost se puede reducir y aprovechar los residuos orgánicos generados en el Mercado de Abastos Santa Rosa. Con el Plan de Segregación se realizó una previa capacitación sobre ¿Que son los residuos orgánicos? y ¿Cómo se puede producir compost con los residuos orgánicos? Durante la capacitación nos dimos cuenta que los conductores de puesto desconocían el tema de residuos orgánicos y su utilidad como abono orgánico, la finalidad de la capacitación es lograr que los conductores participen en el Plan de Segregación. Con la recolección de residuos orgánicos se determinó la cantidad de residuos, características físicas (peso, volumen, densidad) lo cual permitió saber que residuos nos sirven para la producción de compost. Se recolectó durante dos semanas los residuos de cascara de frutas y verduras obteniendo un total 184 Kg. El Plan de Segregación evitará que los residuos orgánicos sigan siendo almacenados en el botadero y expuestos a la intemperie causando daño al medio ambiente. Finalmente, se presentó los resultados en tablas y gráficos estadísticos para concluir que los residuos orgánicos, de los conductores de puesto de Mercado de Abastos de Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín, son aptos para elaborar compost.

Palabras claves: Segregación, residuos orgánicos, compost.

ABSTRACT

The objective of this research work is to carry out a "Plan for the segregation and production of compost of organic waste from the Santa Rosa Market in the Gregorio Albarracín Lanchipa District, Tacna 2021" by means of segregation and compost production processes that can be reduced and used organic waste generated in the Mercado de Abastos Santa Rosa. With the Segregation Plan, a previous training was carried out on What are organic waste? and how can compost be produced with organic waste? In order to get drivers to participate in the Plan. With the collection of organic waste, the amount of waste was determined, physical characteristics which allowed us to know what waste we use for the production of compost. The fruit and vegetable peel waste were collected for two weeks, obtaining a total of 184 kg. The Segregation Plan will prevent organic waste from continuing to be stored in the dump and exposed to the elements causing damage to the environment. Finally, the results were presented in tables and statistical graphs to conclude that the organic waste, from the drivers of the Mercado de Abastos de Santa Rosa stall in the Gregorio Albarracín district, are suitable for making compost.

Keywords: Segregation, organic waste, compost.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la generación de residuos sólidos se está expandiendo a nivel mundial más por la gran cantidad de productos que ofrece el mercado. Para satisfacer las necesidades de las personas, los residuos sólidos desde hace varios años son un gran problema para el país. Los botaderos municipales se encuentran aglomerados de residuos a cielo abierto contaminando así el medio ambiente. La tecnología y los procedimientos no se han notado durante mucho tiempo. Se necesitan utilizar nuevas tecnologías y considerar su aplicación.

Los principales problemas de los distritos a nivel nacional es el inadecuado manejo de residuos, las Municipalidades están encargados de implementar acciones que puedan controlar la generación de residuos según su jurisdicción.

Los residuos orgánicos generados por el mercado de Abastos pueden ser aprovechados realizando un proceso de transformación, teniendo en cuenta las condiciones fisicoquímicas para obtener compost. El compost aporta nutrientes al suelo y nutrientes los organismos son importantes para la agricultura.

La presente investigación contempla “Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del Mercado Santa Rosa en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021” tiene como finalidad producir compost con los residuos generados por los conductores del puesto del Mercado Santa Rosa y a su vez minimizar la cantidad de residuos que van al botadero municipal y darles un valor agregado a los residuos orgánicos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El problema de los residuos sólidos en el Perú se relaciona con el proceso de crecimiento poblacional, también está ligada a la cultura de consumo, para satisfacer las necesidades de la población, la realidad no es ajena a la Ciudad de Tacna, pues la cantidad de Residuos sólidos generados en los Mercados de Abastos van directo al botadero municipal sin sacarle algún provecho a los residuos orgánicos. Las municipalidades están implementando programas para mejorar la gestión de los residuos sólidos. La mayoría de los residuos sólidos en el Mercado de Abastos son orgánicos, por lo que su manejo es de suma importancia.

El inadecuado manejo de residuos orgánicos con lleva a que estos sean llevados al botadero municipal y estos empiezan a descomponerse y dan como resultados contaminantes en el suelo, aire y agua.

El botadero municipal tiene un ciclo de vida corto, si no se realiza un adecuado manejo y aprovechamiento a los residuos orgánicos este podría colapsar, los espacios del botadero municipal cada vez son más escasos y la instalación y operación, genera conflictos ambientales y sociales

Esta realidad no es ajena a la que atraviesa el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, que utiliza botaderos de residuos municipales donde el impacto de la contaminación ambiental es natural afectando el agua, el suelo y el aire, lo que conlleva a afectar el medio ambiente.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influye el Plan de Segregación de Residuos orgánicos en los conductores de puesto del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín, para la producción de compost?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo formular y aplicar un plan de segregación en los conductores de puesto del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín?
- ¿Cuál es la caracterización de los residuos sólidos del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost?

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación

El presente trabajo de investigación se busca darles una utilidad a los residuos orgánicos generados en los mercados de abastos Santa Rosa. La producción de compost reduciría las cantidades de residuos sólidos generados en el mercado, dándole así un valor agregado a los residuos orgánicos y estos puedan servir como un abono orgánico, ya estos son llevados al botadero municipal contaminando el suelo, aire, agua y sin tener en cuenta las infiltraciones.

Los pobladores que viven cerca del botadero municipal son los principales afectados ya que son a ellos quienes perciben malos olores producidos por los residuos que en estado de putrefacción.

Capacitando y comprometiendo a los conductores de puesto población para una participación activa con la finalidad de minimizar impactos negativos al medio ambiente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la aplicación de un Plan de Segregación de Residuos Orgánicos en los conductores del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost.

1.4.2 Objetivos específicos

- Formular y aplicar un plan de segregación en el mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín.
- Caracterizar los residuos sólidos del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost.

1.5 Hipótesis

La aplicación del plan de segregación influye en los conductores del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín en la segregación de residuos orgánicos para la producción de compost.

1.5.1 Hipótesis específicas

- Se formula y aplica un plan de segregación en los conductores del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín.
- Los conductores del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín caracteriza los residuos sólidos para la producción de compost.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

La Tesis de Grado “Diseño de un Programa de separación en la Fuente y Recolección selectiva de Residuos Sólidos Urbanos para el Cantón de Heredia, Costa Rica” La presente investigación se realizó con la finalidad de contribuir a mejorar la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón de Heredia y el cumplimiento de la normativa ambiental establecida para las municipalidades de Costa Rica, donde utilizó un enfoque mixto de investigación que implicó el análisis de datos cualitativos y cuantitativos (Sáenz, 2015).

En un estudio de elaboración de abonos a partir de residuos orgánicos en Cundinamarca-Colombia, encontraron que la variable que más influye sobre la concentración de UFC/G de hongos y bacterias es la temperatura ya que si no se está dentro de los rangos óptimos (35 °C a 60 °C), detiene o inhibe el desarrollo de los microorganismos afectando en forma directa como en la mezcla la descomposición de los residuos. Al finalizar el proceso de compostaje identificaron géneros de microorganismos los cuales tienen una gran importancia en la actividad biológica del suelo y están relacionados con la nutrición vegetal, estos fueron bacterias como Bacillus, y Arthrobacter, hongos como Penicillium y Aspergillus, y actinobacterias como Micrococcus y Streptomyces (Acosta & Peralta, 2015).

La Tesis de Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, desarrollada en Ambato Ecuador, concluyó que con el aporte de microorganismos benéficos, para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, se alcanzaron los mejores resultados, al reducirse el tiempo a la cosecha y obtener compost de mejor calidad, obteniéndose en los tratamientos de éste producto: menor tiempo a la obtención del compost (90,67 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,44/g de compost), con mejor contenido nutricional, al reportar mayor contenido de fósforo (339,66 ppm) y buen

contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica, por lo que es el producto apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, obteniéndose el compost en menor tiempo, con mejor contenido nutricional (Pacha, 2016).

2.1.2 Antecedentes nacionales

La Tesis “Propuesta de Mejora para la Gestión estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos” La presente investigación busca mejorar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a través de la aplicación de herramientas de gestión estratégica que permitirán diagnosticar, planificar y diseñar una serie de lineamientos estratégicos que formarán parte de la propuesta d mejora para el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos José Rentería Sacha. (Velásquez, 2015).

La tesis “Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos por medio de la utilización de Microorganismos eficientes en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chagalla”, en la investigación se evaluó la alternativa para la producción de compost a partir del 100% de los residuos orgánicos provenientes de los comedores del campamento de la Central Hidroeléctrica Chagalla mediante la utilización de microorganismos eficientes. Donde se determinó la cantidad de residuos orgánicos generados y se realizó la caracterización de dichos residuos que van a disposición final, para establecer su posterior tratamiento en compostaje con EM. Así mismo se realizó el análisis del compost durante y al finalizar el proceso, este seguimiento se hizo mediante pruebas in situ y ex situ para cada tratamiento. Después de 32 días se daba por terminado el proceso de compostaje. Se determinó la producción final de compost en peso y volumen, obteniendo mejores resultados en los lotes del cuarto tratamiento con EM. Finalmente se enviaron muestras al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina para determinar las características químicas finales del compost obtenido en cada tratamiento. Tales pruebas fueron C/N, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio (Cajahuanca, 2016).

Según la tesis “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del

distrito de Miraflores”, se obtuvo como objetivo desarrollar una propuesta en menor proporción para lograr la producción de abono a partir de residuos orgánicos que provienen del mantenimiento de las áreas verdes del distrito de Miraflores, ello para brindar una solución sustentable al manejo de los residuos sólidos orgánicos y de esa manera evitar la disposición final en los rellenos sanitarios de la capital y así lograr su reutilización en los parques y jardines (Cabrera, 2016)

La propuesta estuvo contemplada a partir de la caracterización y posterior tratamiento de los residuos, realizando comparaciones con distintas formulaciones, realizando seguimiento y registros de los parámetros en lo que duraba su proceso de degradación, el análisis cualitativo del producto final y su respectiva comparación con normativa internacional. Se obtuvo como resultado que el abono logrado puede ser tipificado en la clase B según la normativa chilena (NCh2880.Of2004). Se llegó a demostrar una viabilidad en el aspecto económico y metodología de la producción de abono, eludiendo el envío de 230 Mg al mes de residuos orgánicos al relleno sanitario, ello permite el ahorro en valor de S/ 5 106,22 Nuevos soles al establecer su propuesta de gestión (Cabrera, 2016)

La Tesis “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura”. El objetivo principal de esta investigación fue elaborar una propuesta de compostaje de los residuos vegetales que se generaban en el campus de la Universidad de Piura. Para desarrollar dicho proyecto se instaló cuatro pilas de compostaje de los residuos, llamados más adelante “tratamientos”; además se evaluó el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre la calidad físico-química y microbiológica del compost, y también el grado de degradación alcanzado en cada tratamiento. La metodología empleada para realizar el compostaje se basó en un proceso aeróbico de dos meses, en el cual se realizaron volteos semanales de forma manual, riegos diarios para mantener la humedad óptima, medición de la temperatura tres veces por semana, aplicación semanal de EM en dosis pre establecidas, y la toma de muestras se realizó cada dos semanas para el análisis físicoquímico mientras que para el análisis microbiológico cada semana. Los resultados que se obtuvieron bajo las mismas condiciones ambientales fueron que, el nivel más alto de eficiencia lo obtuvo el tratamiento N° 2 con dosis de 1 L de EM-compost, concluyendo con una obtención de un compost de buena calidad y generó menor porcentaje de residuos sin degradar durante el proceso (Mendoza, 2012)

2.1.3 Antecedentes locales

La tesis de “Evaluación del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios de la municipalidad provincial de Tacna entre 2011 al 2013”, se tuvo como resultados que se realizó actividades de segregación se puede evidenciar que se obtuvo mayores porcentajes entre el 100 % y 72,7 % de los encuestados contribuyeron a la participación de las actividades del programa durante 2011 y 2012 (Colque, 2017)

En la tesis “Influencia del uso de microorganismos eficientes en el tiempo de elaboración del compost a partir de residuos sólidos orgánicos en Tacna 2016”, se concluyó que el uso de microorganismos eficaces influye en la minimización de tiempo de proceso de elaboración del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos en Tacna (Mamani, 2016).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Normativa de residuos solidos

Constitución Política del Estado Peruano.

Artículo 2º.

Toda persona tiene derecho:

Inciso 22:

A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Artículo 1°. - Objeto.

El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo. (MINAM, 2017)

Artículo 2°. - Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos.

La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo emitido por el Ministerio del Ambiente. (MINAM, 2017)

El artículo 6°. - Lineamientos de política.

- a) Estimular la reducción del uso intensivo de materiales durante la producción de los bienes y servicios.
- b) Desarrollar acciones de educación y sensibilización dirigida hacia la población en general y capacitación técnica para una gestión y manejo de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible, enfocada en la minimización y la valorización.
- c) Promover la investigación e innovación tecnológica puesta al servicio de una producción cada vez más ecoeficiente, la minimización en la producción de residuos y la valorización de los mismos.

- d) Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos en todo el ciclo de vida de los bienes y servicios, a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad.
- e) Fomentar la valorización de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.
- f) Procurar que la gestión de residuos sólidos contribuya a la lucha contra el
- g) cambio climático mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- h) Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o valorización de los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- i) Establecer un sistema de responsabilidad compartida de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el ambiente, sin perjuicio de las medidas técnicamente necesarias para el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos. Este sistema puede comprender, entre otros, la responsabilidad extendida de las empresas que producen, importa y comercializan, bienes de consumo masivo y que consecuentemente, contribuyen a la generación de residuos en una cantidad importante o con características peligrosas.
- j) Establecer gradualmente la segregación en fuente de residuos municipales y el recojo selectivo de los residuos sólidos, admitiendo su manejo conjunto por excepción, cuando no se generen riesgos ambientales significativos.
- k) Establecer acciones orientadas a recuperar las áreas degradadas por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos o transformarlas gradualmente en sitios en los cuales funcionen rellenos sanitarios de acuerdo a Ley.
- l) Promover la iniciativa y participación activa de la población, la sociedad civil organizada y el sector privado en la gestión y el manejo de los residuos sólidos.
- m) Fomentar la formalización de las personas, operadores y demás entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos sin las autorizaciones

correspondientes, teniendo en cuenta las medidas para prevenir los daños derivados de su labor, la generación de condiciones de salud y seguridad laboral, así como la valoración social y económica de su trabajo.

- n) Armonizar las políticas de ordenamiento territorial y las de gestión de residuos sólidos, con el objeto de favorecer su manejo adecuado, así como la identificación de áreas apropiadas para la localización de infraestructuras de residuos sólidos, tomando en cuenta las necesidades actuales y las futuras, a fin de evitar la insuficiencia de los servicios.
- o) Fomentar la generación, sistematización y difusión de información para la
- p) toma de decisiones y el mejoramiento de la gestión y el manejo de los residuos sólidos.
- q) Definir planes, programas, estrategias y acciones transectoriales para la gestión de residuos sólidos, conjugando las variables económicas, sociales, culturales, técnicas, sanitarias y ambientales.
- r) Asegurar que las tasas que se cobren por la prestación de servicios de residuos sólidos se fijen, en función de su costo real, calidad y eficacia, asegurando la mayor eficiencia en la recaudación de estos derechos, a través de cualquier mecanismo legalmente permitido, que sea utilizado de manera directa o a través de terceros.
- s) Establecer acciones destinadas a evitar la contaminación ambiental, eliminando malas prácticas de manejo de residuos sólidos que pudieran afectar la calidad del aire, agua, suelos y ecosistemas.
- t) Promover la inversión pública y participación privada en infraestructuras, instalaciones y servicios de manejo integral de residuos.
- u) Promover la experimentación e investigación científica con residuos, con la finalidad de facilitar y maximizar su valorización y/o reducir su peligrosidad.
- v) Impulsar permanente y prioritariamente la normalización en materia de residuos sólidos, con la finalidad de mejorar el manejo, la valorización y en general, todos los procesos de la gestión y del manejo de residuos.

Artículo 21°. - Competencia de los gobiernos regionales.

- a) Elaborar y poner en marcha programas de inversión pública, mixta o privada, para la implementación de infraestructura de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, en coordinación con las municipalidades provinciales correspondientes.
- b) Aprobar los proyectos y los Instrumentos de Gestión Ambiental de proyectos de inversión pública y privada de proyectos de infraestructura de residuos de gestión municipal si el servicio que prestarán se brinde a dos o más provincias de la región, y en el caso que esta se localice fuera de las instalaciones industriales o productivas, áreas de la concesión o lote del titular del proyecto o sean de titularidad de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.
- c) Aprobar los Instrumentos de Gestión Ambiental complementarios del SEIA para proyectos de inversión pública y privada de recuperación o reconversión de áreas degradadas por la acumulación inadecuada de residuos, cuando sirva a dos o más provincias.
- d) Coadyuvar en las acciones para prevenir la contaminación ambiental y en la recuperación o reconversión de áreas degradadas por residuos.
- e) Supervisar y fiscalizar la gestión de los residuos generados por las actividades económicas bajo su competencia.
- f) Supervisar y fiscalizar la gestión de los residuos en los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo en sus respectivas jurisdicciones a través de las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA).
- g) Definir la ubicación y selección de áreas para la instalación de infraestructuras de valorización, transferencia y disposición final de residuos en caso de discrepancia entre dos o más municipalidades provinciales; y en caso de ser necesario podrá transferir terrenos necesarios para la ubicación de dichas infraestructuras, aun cuando no se haya establecido tal previsión.

Artículo 23°. - Actividades competentes las Municipalidades provinciales.

- a) Planificar y aprobar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, a través de los Planes Provinciales de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (PIGARS) los cuales deben identificar los espacios

geográficos para la ubicación de las infraestructuras de residuos, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local y regional y con sus respectivos Planes de Acondicionamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, Planes de Desarrollo Regional Concertados y demás instrumentos de planificación nacionales, regionales y locales.

- b) Evaluar la propuesta de ubicación de infraestructuras de residuos sólidos a efectos de emitir el certificado de compatibilidad de uso de suelo correspondiente.
- c) Normar y supervisar en su jurisdicción el manejo de residuos, excluyendo las infraestructuras de residuos en concordancia a lo establecido por el Ministerio del Ambiente.
- d) Supervisar, fiscalizar y sancionar el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos en su jurisdicción y en el marco de sus competencias a excepción de la infraestructura de valorización, transferencia y disposición final, que es una competencia de OEFA.
- e) Emitir opinión fundamentada sobre los proyectos de ordenanzas distritales referidos al manejo de residuos sólidos, incluyendo la determinación de las tasas por servicios públicos o arbitrios correspondientes, de acuerdo con la normativa vigente.
- f) Aprobar los proyectos y los Instrumentos de Gestión Ambiental de proyectos de inversión pública y privada de infraestructura de residuos de gestión municipal si el servicio que prestarán se brinde a uno o más distritos de su jurisdicción, y en el caso que ésta se localice fuera de las instalaciones industriales o productivas, áreas de la concesión o lote del titular del proyecto o sean de titularidad de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.
- g) Aprobar los Instrumentos de Gestión Ambiental complementarios del SEIA para proyectos de inversión pública y privada de recuperación o reconversión de áreas degradadas, que sirvan a uno o más distritos de la provincia.
- h) Autorizar, supervisar, fiscalizar y sancionar el transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción, en concordancia con lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con excepción del que se realiza

en las vías nacionales y regionales a cargo de la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN).

- i) Coadyuvar en las acciones para prevenir la contaminación ambiental y en la recuperación o reconversión de áreas degradadas por residuos sólidos.
- j) Promover y orientar procesos de mancomunidad o acuerdos entre municipalidades distritales, para generar economías de escala y mayor eficiencia en la gestión de residuos, además de menores impactos ambientales y sociales.
- k) Implementar programas de gestión y manejo de residuos que incluyan necesariamente obligaciones de minimización y valorización de residuos.
- l) Verificar la operación de las escombreras conforme lo dispone el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición aprobado por Decreto Supremo N.º 003-2013-VIVIENDA o norma que lo sustituya.
- m) Consolidar las acciones de fiscalización en residuos de la construcción en un informe anual a ser remitido al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- n) Reportar a través del SIGERSOL la información solicitada por el Ministerio del Ambiente, relativa a la gestión de los residuos.

Artículo 24°. - Competencias de Las Municipalidades Distritales.

- a) Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos.
- b) Suscribir convenios con la empresa de servicios de saneamiento u otras de la jurisdicción con la finalidad de que realice el cobro de las tasas por la prestación de los servicios indicados en el numeral anterior.
- c) Normar, en su jurisdicción, el manejo de los servicios de residuos sólidos bajo su competencia, en concordancia con las disposiciones emitidas por las municipalidades provinciales.

- d) Aprobar y actualizar el plan distrital de manejo de residuos, para la gestión eficiente de los residuos de su jurisdicción, en concordancia con los planes provinciales y el plan nacional.
- e) Emitir la licencia de funcionamiento de la infraestructura de residuos del ámbito de gestión municipal y no municipal, en el ámbito de su jurisdicción y acorde a la vida útil de dicha infraestructura.
- f) Regular, supervisar, fiscalizar y sancionar el manejo de los residuos de demolición o remodelación de edificaciones en el ámbito de su competencia.
- g) Suscribir acuerdos interdistritales para la integración de los servicios bajo criterios de economía de escala y eficiencia de los servicios de residuos sólidos.

Artículo 32°. - Aplican proceso y operaciones establecidas para el manejo de los residuos.

Donde se establece los siguientes procesos y operaciones:

- a) Barrido y limpieza de espacios públicos
- b) Segregación
- c) Almacenamiento
- d) Recolección
- e) Valorización
- f) Transporte
- g) Transferencia
- h) Tratamiento
- i) Disposición final

Artículo 33°. - Segregación de residuos.

La segregación de residuos debe realizarse en la fuente o en infraestructura de valorización de residuos debidamente autorizada.

Queda prohibida la segregación en las áreas donde se realiza de disposición final de los residuos. (MINAM, 2017)

Artículo 53° . - Manejo integral de los residuos sólidos municipales.

La gestión de los residuos sólidos de responsabilidad municipal en el país debe ser coordinada y concertada, especialmente en las zonas donde se presente conurbación, en armonía con las acciones de las autoridades nacionales, sectoriales y las políticas de desarrollo nacional y regional. Las municipalidades provinciales están obligadas a realizar las acciones que correspondan para la debida implementación de esta disposición, adoptando medidas de gestión mancomunada, convenios de cooperación interinstitucional, la suscripción de contratos de concesión y cualquier otra modalidad legalmente permitida para la prestación eficiente de los servicios de residuos sólidos, promoviendo la mejora continua de los servicios. (MINAM, 2017)

Bajo responsabilidad funcional, los concejos municipales de los municipios provinciales y distritales deben aprobar la tasa de arbitrios por los servicios de limpieza pública. Asimismo, los concejos municipales deben aprobar estrategias para avanzar hacia la sostenibilidad financiera del servicio de limpieza pública, aumentar la recaudación y reducir la morosidad. En caso de déficit, deben destinarlos montos necesarios para financiar la sostenibilidad de los servicios de residuos sólidos, con afectación a las fuentes presupuestales disponibles.

Las municipalidades deben incluir en sus Planes Operativos Institucionales, los objetivos y metas en materia de gestión y manejo de residuos, así como las correspondientes partidas presupuestarias, en concordancia con las metas nacionales establecidas por el MINAM y los Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos, respectivamente.

Los planes de residuos que diseñen e implementen las municipalidades, deben considerar el proceso de caracterización de sus residuos, contener objetivos concretos de segregación y valorización y tener un enfoque de género e inclusión social y promover el empleo local.

Artículo 55°. - Manejo integral de los residuos sólidos no municipales.

El generador, operador y cualquier persona que intervenga en el manejo de residuos no comprendidos en el ámbito de la gestión municipal, es responsable por su manejo seguro, sanitario y ambientalmente adecuado, así como por las áreas degradadas por residuos, de acuerdo a lo establecido en el presente.

Decreto Legislativo, su Reglamento, normas complementarias y las normas técnicas correspondientes. Norma Técnica Peruana 900.058 2005. Código de colores. Establece los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los residuos. (MINAM, 2017)

Programa de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal (Establecido por MINAM). Desde el año 2011, el MINAM viene promoviendo la implementación de programas de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en 250 gobiernos locales consideradas ciudades principales tipo A y B; y desde el año 2013 promueve la implementación del programa de disposición final segura de residuos sólidos recolectados por el servicio municipal de limpieza pública, en 564 gobiernos locales considerados ciudades no principales con 500 o más viviendas urbanas (Tipo C); ambas acciones se llevan a cabo en el marco del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal; e implican la asistencia técnica y el acompañamiento a los gobiernos locales participantes por parte del sector.

Ley General de Salud (Ley N° 26842)

Esta ley menciona en dos de sus artículos, aspectos vinculados a la protección y vigilancia del medio ambiente, con respecto a una inadecuada disposición de residuos sólidos.

2.2.2 Compost

Es un biofertilizante natural que se produce sea de animal o vegetal. La descomposición de materiales orgánicos y es un considerable fertilizante orgánico para la agricultura y minimizar la generación de desechos. (Bohórquez, 2019)

El compostaje e la descomposición de los residuos orgánicos por la labor de los microorganismos, alterando la estructura molecular del compuesto de los residuos orgánicos. Durante la descomposición, se da el grado de madurez al desarrollar la biotransformación (Descomposición de un compuesto orgánico en otro semejante) la mineralización completa se considera como una descomposición total de moléculas orgánicas del dióxido de carbono, estos residuos inertes se integran a la estructura del suelo y de las plantas (Bohórquez, 2019).

2.2.3 Compostaje

El compostaje es un proceso donde se efectúa fermentación donde se controla la temperatura, humedad y aireación. La biodegradación se da por consecuencia de las actividades de los microorganismos que crecen y se reproducen en la materia orgánica en descomposición. (Bohórquez, 2019).

2.2.4 Residuos

Los residuos son aquellos materiales que provienen de actividades de producción y consumo y estas no adquieren el valor económico, como resultado del modo de vida sé que tiene. En los países más desarrollados hay un aumento de consumo que por la cantidad de residuos, compromete inevitablemente con los problemas sociales, económicos, sanitarios y medioambientales Residuos orgánicos (Rondón Toro, Szantó Narea, & Pacheco, 2016)

Son aquellos residuos de origen biológico ya sea de origen vegetal o animal, la cual se realiza su descomposición de forma natural. Estos residuos compuestos de materia orgánica que tiene un proceso de descomposición de tiempo menor, se tienen como restos cocina, maleza, mantenimiento de jardines, entre otros (Gonzales, 2016)

Los materiales de residuos orgánicos tienen propiedades intrínsecas y son reutilizables, son considerables como recurso. Los residuos orgánicos están compuestos por desperdicios vegetales y animales de fácil descomposición pero que pueden ser reutilizable (Pietro, 2003).

2.2.5 Abonos orgánicos

Aportan un gran beneficio a los suelos, debido a que su materia orgánica que debido a su eficiencia activa los procesos microbianos.

Mejora la estructura del suelo, la aireación y su capacidad de retención de humedad, procede como regulador de temperatura edáfica, retarda la fijación del ciclo fosfórico mineral. Aumentan el crecimiento de la planta este abono orgánico aporta a los microorganismos y hace que este crezca las plantas, incrementan la fertilidad del suelo (Pietro, 2003).

La materia de origen animal, vegetal se utiliza en los suelos con el fin de mejorar las características químicas, biológicas y físicas. Los abonos orgánicos producen a partir de residuos abandonados en el campo de cultivo posteriormente a la cosecha; residuos de cultivos verdes (leguminosas que son fijadoras de nitrógeno); residuos de actividades agropecuarias (estiércol y otros) (Ansorena & Merino, 2014).

2.2.6 Caracterización de los residuos

Es el estudio de las características de los Residuos Sólidos Municipales (ECRSM) para el ámbito domiciliario y comercial mediante una serie de pautas metodológicas que describen en forma clara y sencilla los pasos a seguir para la obtención de las características de los residuos sólidos tales como: la generación per cápita, peso, volumen, densidad, humedad y composición física de residuos sólidos de origen domiciliario (Viviendas) y no domiciliario (Establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles u hospedajes, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y limpieza de espacios públicos o barrido de calles (MINAM, 2019).

2.2.7 Planta de compostaje

La planta de compostaje tiene instalaciones en donde se descomponen los residuos orgánicos en distintas técnicas. Tienen diversas instalaciones y tecnologías asociadas, todo depende de la materia prima.

2.2.8 Reducción y aprovechamiento de los residuos sólidos

La reducción y aprovechamiento de los residuos sólidos apliquen técnicas y programas orientados a cuidar y mejorar el medio ambiente (Toledo & Castillo, 2014).

2.2.9 Calidad de compost

Un compost de calidad es aquel que no tiene ningún tipo de contaminante (Vidrios, plásticos, concentración de metales pesados), que contenga un alto porcentaje de micronutrientes de Nitrógeno, fosforo, potasio y gran cantidad de materia orgánica estable (Toledo & Castillo, 2014).

2.2.10 Infraestructura necesaria para el proceso

Es importante contar con un área estable para la producción de Compost, el área de compostaje debe de estar ubicada cercano al sitio de recolección de residuos orgánicos. Es importante que el del área sea piso firme y que tenga protección en épocas de lluvias, para evitar exceso de humedad en las pilas de compost (Tapia Gutiérrez, 2020).

2.2.11 Segregación en fuente y recolección de residuos sólidos

La terminología de segregación proviene del latín de segregación, la acción de apartar las cosas.

La segregación consiste en separar los residuos sólidos por las personas que viven en un establecido domicilio o mercados los cuales pueden separados y reciclados para convertirse en compost.

Sistema que permite que se aproveche los residuos sólidos en el determinado ámbito geográfico. Este sistema es indispensable para separarlos residuos y su almacenamiento y se entreguen al personal encargado para que realicen el recojo. Con lleva a actividades de minimización y segregación de la fuente, recolección selectiva, acondicionamiento (Tuesta, 2012).

2.3 Historia contemporánea del compostaje

Los residuos orgánicos han sido usados desde el inicio de la historia del hombre como fuente principal de abono, materia orgánica usada para la agricultura y como buen acondicionador del suelo. Desde la antigüedad se ha utilizado el proceso de compostaje. Los países asiáticos, hacen compost con todos sus residuos orgánicos provenientes de sus campos y viviendas, en Jerusalén se quemaban algunos residuos urbanos y el resto se convierte en compost (Sanz, 2016)

En la India se realizó un proyecto muy importante de compostaje durante el siglo pasado, elaborado por Albert Howard en 1905 hasta 1947, el británico se basó en el procedimiento llamado "Indore", aquel entonces se utilizó los primeros pasos del sistema de pila con volteo (López Núñez, 2018).

En Europa en la década de 1920, se utilizó el método Indú denominado "Indore" en el que se descompuso a gran escala los residuos sólidos generados de las grandes ciudades. En Italia en el año 1922 se realizó un método llamado "Beccari" en donde se da uso a procesos aeróbicos y anaeróbicos (Opazo G, 2014).

En Wijster ciudad holandesa, 1929, se construyó la primera planta de compostaje, y en la ciudad de Hanmer en 1932, se usó el método "Maanen" en la primera planta de compost, procesador de residuos urbanos, en el cual se modificaba el sistema Indore que consistía en usar trincheras enormes. En Europa a inicio de los 60 existían 37 plantas de procesamiento de residuos orgánicos, el cual fue aumentando durante esa época y en los 70 se llegó a alcanzar alrededor de 230 plantas.

Actualmente países asiáticos y europeos cuentan con plantas procesadoras de 1000 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) (Henaó 1996). Universidades Americanas como la de California y Michigan en los años 50 realizaron compostaje con residuos sólidos urbanos, los cuales obtuvieron un compost con excelente calidad (Opazo G, 2014).

2.4 ¿Por qué compostar?

A través del compostaje evitamos la aglomeración de residuos sólidos y aprovechamos de forma valiosa los residuos orgánicos generados por distintas actividades humanas, de esta manera prevenimos una pérdida valiosa de energía al interior del ecosistema. Al compostar nos beneficiamos económicamente, socialmente y ambientalmente al momento de tratar los residuos y contribuimos la conservación de los sistemas naturales (Labrador, 2001).

2.5 Materias primas que interviene en la elaboración de compost

Para el proceso de la elaboración del compost se puede utilizar una diversidad de residuos, mientras estén más triturados más rápido se logrará tener el compost; la materia orgánica debe mezclarse con materiales de lenta y rápida descomposición (Cuba, 2016).

2.6 Organismos que intervienen en el proceso de compostaje

Distintos microorganismos y macroorganismos interactúan durante el proceso de compostaje, estos transforman los residuos orgánicos. Las bacterias y hongos son quienes actúan en el proceso de descomposición y a medida que avanzan se integran los gusanos de tierra, distintos insectos, actinomicetos y miriápodos (López Núñez, 2018).

En la etapa mesófila se han llegado a identificar distintos organismos fundamentales como: hormigas, ácaros, protozoarios, lombrices y nematodos. Algunos comentan que los organismos involucrados en el compost representan el

25 % del peso total del compost. Hasta que se complete el proceso de descomposición hay gran presencia de microorganismos y algunos macroorganismos, estos pequeños seres están presentes en el suelo y pueden ser observados a simple vista, así mismo participan en el proceso de compostaje, concentrándose en desperdicios orgánicos, triturándolos para que después los microorganismos puedan degradarlos (López Núñez, 2018).

2.7 Elementos químicos presentes en el compost

Nitrógeno (N), Promueve el desarrollo de las hojas y tallos de los vegetales. El nitrógeno se encarga de brindarle la coloración verde de las plantas y otorga resistencia a las plagas.

Fósforo (P), Promueve el principal proceso de maduración de flores, semillas y frutos. Participa en la formación y crecimiento de las raíces y proporciona la resistencia a la sequía.

Potasio (K), Promueve el crecimiento de la planta y hace favorable a las raíces y los tallos sean robusta, facilita que las semillas, frutos y hojas sean grandes.

Calcio (Ca), Promueve y facilita la formación de las paredes celulares de los vegetales.

Magnesio (Mg), Actúa en el metabolismo del fosforo y constituye la clorofila (Camacho, 2016)

2.8 Materiales que se deben tomar en cuenta en la elaboración del compost

2.8.1 Materiales de rápida descomposición

Hojas frescas, restos de la siega de césped, estiércol de animales de corral, malezas jóvenes. Materiales de descomposición lenta Pedazos de fruta y verdura, bolsas de infusiones, paja y heno viejo, restos de plantas, estiércoles pajizos

(caballos, burros y vacas), flores viejas y plantas de macetas, malezas perennes, lechos de hámster, conejos y otros animales domésticos (herbívoros) (Lisseth, 2020).

2.8.2 Materiales de descomposición muy lenta

Ramas podadas, aserrín y virutas de madera no tratada, cascara de huevo, cascara de frutos secos, lanas e hilos naturales, pelos y plumas, huesos de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas, etc (Lisseth, 2020).

2.8.3 Materiales que no se pueden Usar en el compostaje

Es indispensable no considerar comidas cocidas, grasas o huesos para el compostaje, ya que atraen vectores como roedores, entre otros. Así mismo no serían beneficiosos debido a que no tienen altos nutrientes y el proceso de compostaje se torna lento; el estiércol de mascota contiene patógenos; los residuos cítricos en cantidad elevan la acidez del compost. Los lácteos aíslan el aire del compost, y el aserrín de chapados o aglomerados contienen sustancias químicas, estos generan malos olores (Tuesta, 2012).

2.9 Los factores que determinan el proceso de compostaje

Generalmente la calidad del compost se establece a través de parámetros químicos, quienes le dan un nivel puntual de calidad y los parámetros biológicos, los cuales otorgan calificar la estabilidad del compost final. A lo largo del proceso de compostaje es crucial la acción de los microorganismos que participan en el proceso, estos microorganismos se responsabilizan de descomponer la materia orgánica, para que estos puedan trabajar de forma óptima se necesita que estén en correctas condiciones en temperatura, humedad y oxigenación. (Velasco, 2016).

2.10 Factores que influyen en el compostaje

2.10.1 Estructura y estado de los restos orgánicos

Cualquier resto susceptible de compostaje: estiércoles. Restos de comida, cascaras de fruta y verdura, etc.

EL tamaño ideal es de partículas esta es entre 20 - 5 cm.

2.10.2 Equilibrio Carbono – Nitrógeno

Relación Carbono/Nitrógeno: Es un indicador fundamental en el proceso de compostaje, el carbono aporta gran fuente de energía a los microorganismos, el nitrógeno es fundamental para la formación de proteínas y diferentes componentes del protoplasma celular.

Carbono: Es un principal elemento que constituye a las estructuras celulósicas, como los hidratos de carbono en las plantas, está la podemos encontrar en cantidades desbordantes en la paja de los cereales, ramas, virutas de madera, aserrín, cartón, papel (Velasco, 2016).

Nitrógeno: Para el proceso de un compostaje adecuado al tener la presencia de la mezcla de material carbonato es rico en celulosa y desecho, con materiales nitrogenados que tienen la masa verde fresca. Tienen un contenido óptimo de carbono/nitrógeno de 25 a 30 (Velasco, 2016).

2.10.3 Relación carbono - nitrógeno (C: N)

Esta relación dependerá de los residuos orgánicos que se utilizan en el proceso de compostaje.

Tabla 1*Relación - Nitrógeno*

C: N		Causas	Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad materiales ricos en carbono, El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación de C: N
15:1 - 35:1 Rango Ideal			
C: N		Causas	Soluciones
< 15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco liberado	Adición de material con mayor contenido, en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Nota. Manual de compostaje de agricultura 2014.

2.11 Otros factores que afectan el proceso del compostaje

Si manejamos de forma correcta el proceso, podremos obtener un compost de calidad, en consecuencia, es fundamental que se generen condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos. El oxígeno, agua, temperatura y una balanceada nutrición, favorecerá el desarrollo de los microorganismos aeróbicos, así mismo las fuentes energéticas de fácil absorción, una superficie de contacto y niveles de pH, favorecen la generación de microorganismos

2.11.1 Aire y Ventilación

Uno de los elementos importantes es el oxígeno para el desarrollo para el proceso de compostaje. Las bacterias aeróbicas necesitan oxígeno como

combustible y fuente de energía para vivir y expulsar óxidos de carbono de agua. Los microorganismos anaeróbicos no requieren de oxígeno en su metabolismo estos fabrican gas metano, sulfuro, amoniaco y otros componentes que se les puede identificar por su olor. Las fermentaciones y la putrefacción pueden elaborar sustancias toxicas que impiden crecimiento de algunas plantas (Velasco, 2016).

2.11.2 Humedad

Los microorganismos necesitan niveles de humedad óptima para su crecimiento y actividad. La humedad debe ser entre 40 al 60 % los cuales serían niveles adecuados de humedad. Si se encuentra demasiado seca o húmeda el proceso de compostaje fracasara. (Velasco, 2016).

2.11.3 Calor o temperatura

Las poblaciones microbianas participan de una manera primordial en el proceso de compostaje. Las poblaciones microbianas participan en el proceso de compostaje, crecen en temperatura más especifican. El proceso de fermentación y descompensación de materia orgánica incrementa las colonias de los microorganismos (Velasco, 2016).

2.12 Elaboración del compost

La práctica del compostaje probablemente se deriva de la tradicional acumulación de residuos en las zonas rurales, lo que se traduce en la limpieza y el mantenimiento de viviendas e instalaciones. La basura de la agricultura, la agricultura y las actividades domésticas se recolecta del exterior durante un tiempo para reducir su tamaño y luego se esparce con compost (Lisseth, 2020).

2.12.1 Duración del proceso de compostaje

Se necesita alrededor de un año para obtener información confiable sobre la recolección de residuos, dependiendo del método utilizado, Se estudia poco la

posibilidad de obtener un producto de calidad en un corto periodo de tiempo. Otros autores dicen que siempre depende de la cantidad de restos de vegetales, pero generalmente se necesitan de 3 a 4 meses para recopilar información antes del inicio del recojo del compost (Liseth, 2020).

2.12.2 Problemas frecuentes y su solución

Durante la estabilización se pueden presentar diversos problemas los cuales pueden ser:

Tabla 2

Problemas más frecuentes en la elaboración de compost

Problema	Causa	Solución
Malos olores	Alta humedad, pila con dimensiones grandes, compactación excesiva, superficie mojada, pila de dimensiones pequeñas, Relación N:C no adecuada.	Rotar la pila, reducir el tamaño de la pila, reducir la humedad.
Baja Temperatura	Humedad no suficiente, falta de oxígeno o excesivo oxígeno,	Añadir agua en el rotado de la pila, Rotar la pila, humedecer la pila.
Disminución imprevista de la temperatura	Nitrógeno consumido	Añadir material con nitrógeno,
Color Blanquecino	Material seco	Agregar material nitrogenado
Color oscuro (negro)	Material con excesiva humedad, mezcla no adecuada, Relación C: N baja	Prepara de nuevo el compost con relación C: N alta, remover compost con más frecuencia
Superficie mojada	Pendiente no adecuada, restos de alimentos	Aumentar la pendiente
Vectores	Restos de alimentos, Agua estancada.	eliminar los restos de comida, Mejorar el drenado
Contaminación de agua	Descarga de lixiviados	Tratamiento adecuado de lixiviados
Incendio, combustión repentina	Alta temperatura, escasa humedad	Construir pilas de reducido tamaño, Añadir agua

Nota. Entrevista con Harold Hernández, Ing. Agrónomo de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Santiago de Cali, 03 de diciembre de 2017.

Tabla 3*Posibles problemas y soluciones en el compostaje*

Síntoma	Problema	Soluciones
Mal olor	Excesiva humedad, mayor oxigenación, materiales con alto contenido de nitrógeno	Añadir material tipo seco similar a las hojas, rotar la pila para aumentar oxigenación, añadir material con alto contenido de carbono
Olor a amoníaco	Excesivo material verde, relación C/N sin balance	Rotar la pila o añadir materiales secos
Proceso lento	Partículas demasiado grandes.	Materiales no deben exceder los 20 o 25 cm.
La pila no eleva su temperatura	Falta de nitrógeno, área superficial muy pequeña,	Añadir material con nitrógeno (residuos de vegetales)
Centro de la pila seco	Falta de agua	Añadir agua al momento de rotar el compost.

Nota. Manual para hacer composta Aeróbica, Amigos de la Tierra, El Salvador.

2.12.3 Compostaje anaeróbico

La digestión anaeróbica es un proceso que se da de manera natural en lugares de descomposición de residuos, este es un proceso lento por lo cual se debe manipular los parámetros claves relacionados con la descomposición (Cortez , 2020).

2.13 Fases de compostaje

2.13.1 Fase mesófila

En pocos días la materia orgánica comienza con el proceso de compostaje a temperatura ambiente e incluso horas, la temperatura llega a aumentar a 45 °C aproximadamente. Esta parte del proceso se determina al momento de realizar la medida de la temperatura. En caso se dé un aumento de temperatura, puede deberse a la actividad microbiana, ya que distintos microorganismos utilizan las fuentes de C y N, lo que produce calor. Los ácidos orgánicos son generados por la descomposición de compuestos azúcares y el pH puede bajar hasta 4,0 o 4,5, para ello se usará tiras

reactivas medidoras de pH. Esta fase llega a dura de entre 2 a 8 días aproximadamente (FAO, 2013).

2.13.2 Fase termófila o de higienización

Para permitir el aireado se debe remover la pila después de los 8 a 10 días, el material en esta etapa llega a temperaturas que sobrepasan los 45 °C, los microorganismos mesófilos se desarrollan a temperaturas medias, las cuales son reemplazadas por las que crecen a altas temperaturas, estas son llamadas bacterias termófilas, tienen el trabajo de degradar las fuentes de Carbono, como la lignina y la celulosa. Dichos microorganismos transforman el nitrógeno en amoníaco, en consecuencia, el pH del medio sube y se verifica realizando las mediciones correspondientes. Ya en esta Fase la temperatura puede llegar a superar los 60 °C produciendo la aparición de bacterias que generan esporas y actino bacterias, dichas bacterias se encargan de descomponer las hemicelulosas, ceras y distintos compuestos del Carbono. Así mismo, esta fase se presenta después de la fase mesofílica y llega a durar algunos meses, esto depende del material usado inicialmente, las condiciones climáticas y diferentes factores. También esta fase es llamada “higienización” ya que las altas temperaturas de calor que se generan que se generan destruyen las bacterias y contaminantes fecales como el Salmonella spp y Escherichia Coli. Esta fase es considerada importante ya que al llegar a los 55 °C se eliminan esporas quistes y huevos de helminto (FAO, 2013).

2.13.3 Fase de mesófila II

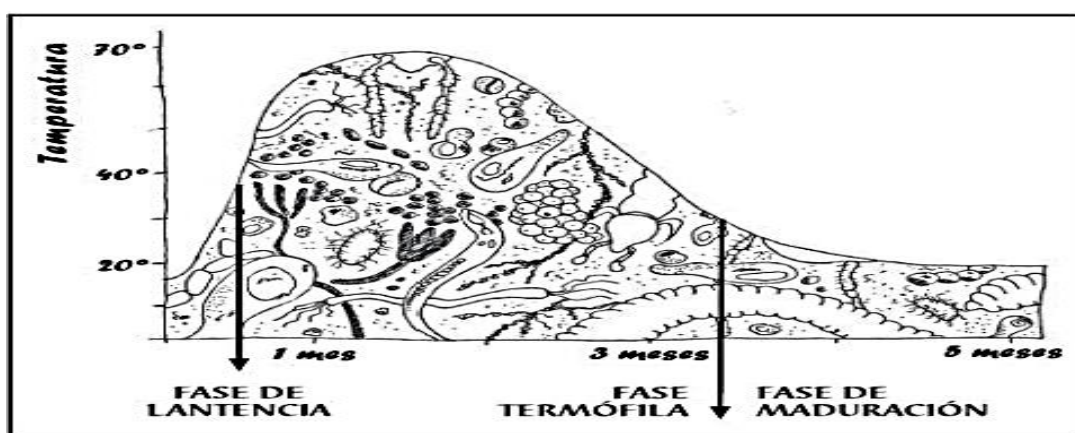
En el material de compostaje una vez agotadas las fuentes de carbono y el nitrógeno, la temperatura descenderá y se ubicará entre los 40 y 45 °C, continuando la degradación de los polímeros como celulosa, y por consiguiente se dará la presencia de hongos visibles al ojo. Al llegar a bajar a 40 °C, reinician su actividad los organismos mesófilos y pH desciende levemente, también se dan casos en que el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase necesita de varias semanas y puede llegar a confundirse con la fase de maduración (FAO, 2013).

2.13.4 Fase de maduración

La última fase del periodo puede llegar a demorar unos cuantos meses a temperatura ambiente, de los cuales se generan reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonatados, de los que se formaran los ácidos fúlvicos y húmicos (FAO, 2013).

Figura 1

Fases de elaboración de compost



Nota. Manual del buen compostador.

2.14 Parámetros del proceso de compostaje

2.14.1 Temperatura

Por lo general se expresa en grados, este cambia según el tiempo y espacio; la temperatura presente del suelo y del ambiente establecen la actividad de los microorganismos y macro organismos, la degradación de la materia orgánica y la germinación de semillas (FAO, 2013).

En el compostaje, un factor fundamental es la temperatura, ya que a lo largo de la actividad biológica que se da por la degradación de la materia orgánica, la temperatura puede alcanzar y pasar los 60 °C, en la fase termófila. Las altas

temperaturas de calor pueden matar la biodiversidad microbiana del compost, obteniendo la higienización de este, en donde se elimina la mayoría de patógenos humanos como el *Escherichia Coli* (FAO, 2013).

Las temperaturas idóneas son de entre 35-55 °C para conseguir la aniquilación de elementos patógenos, parásitos y semillas de malezas, a temperaturas mayores a 55 °C ciertos microorganismos mueren y otros no actúan al estar aislados a través de la membrana celular. La humedad presente en el compost permite disolver y transportar nutrientes y sustratos que los organismos pueden absorber en forma soluble (Benítez Villalba, 2014).

Para llevar un control en la temperatura se introduce el termómetro en distintas zonas de la pila y se constata la temperatura según la fase en la que se encuentre el compostaje, así mismo se comparan las temperaturas recomendadas en cada fase (Benítez Villalba, 2014).

2.14.2 Humedad

Los microorganismos necesitan agua para aprovechar los nutrientes, metabolizar células para su reproducción.

Los microorganismos presentes en el compost requieren de agua para transportar los nutrientes y diferentes elementos en el proceso del compostaje, así mismo es importante que la humedad se encuentre entre el 40 y 60 %, en caso la humedad sea mayor, el agua llegara a tapar los poros y el proceso se convierte en anaeróbico, lo que produce la putrefacción de la materia orgánica. En caso contrario la humedad baje, significa que la actividad de los microorganismos ha disminuido y el desarrollo de compostaje se hace más lento. En el compostaje los residuos orgánicos empleados determinan la humedad en el despojos de madera fibrosa y residuos forestales grueso, con una humedad máxima permitida de entre el 75 y 85 %, mientras que los residuos vegetales frescos, oscilan entre el 50 y 60 %.

Una de las formas más sencillas y económicas de obtener la humedad es a través de la técnica del puño cerrado, la cual consiste en introducir la mano en la pila, extraer un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar compacto sin destilar agua. En caso escurriera agua, se tiene que voltear y/o añadir material secante como puede ser el aserrín o la paja. En caso contrario si el material queda

suelto en la mano, se tiene que agregar agua y/o restos de material fresco, como hortalizas o césped (Benítez Villalba, 2014).

2.14.3 pH

El proceso de compostaje, el rango de pH esta entre 3 y 11, los hongos pueden llegar a tolerar valores de pH entre 5 y 8, mientras que las bacterias tienen poca capacidad de tolerancia de pH entre 6 y 7,5; más o menos siempre el pH al inicio baja en el proceso de compostaje, debido a la producción de ácidos orgánicos de cadena corta, después se incrementa lentamente, por la liberación de amoníaco y la degradación de proteínas.

Para determinar el pH es necesario el uso de tiras reactivas indicadoras de acidez, se inserta la tira de pH en el compost, dejándola reposar por unos cuantos minutos, con el fin de absorber el agua y se lee el pH a través de la comparación de los colores (Benítez Villalba, 2014).

2.14.4 Parámetros de pH

Tabla 4

Parámetros de pH óptimos

pH	Causas asociadas	Soluciones
<4,5	Abundancia de ácidos orgánicos	Los restos de frutas generan ácido orgánicos y tienden a acidificar el medio.
		Para conseguir una adecuada relación C: N se debe adicionar material con alto contenido de nitrógeno.
4,8-8,5 Rango ideal		
>8,5	Nitrógeno de exceso	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación de C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizado el medio.
		Adición de materiales más secos y con mayor contenido en carbono (restos de ramas secas, aserrín).

Nota. Manual de compostaje de agricultura 2014.

2.14.5 Oxígeno

Es aeróbico el proceso de compostaje, es necesaria la presencia de oxígeno, el tipo de material que se use va influir en la cantidad de oxígeno, la humedad, textura, la continuidad en la que se realice el volteo y la aireación. Así mismo el oxígeno es quien determina la acción de los microorganismos y deja que se oxiden algunas moléculas orgánicas presentes en el sustrato, a lo largo del proceso del compostaje se aumentan los niveles de CO₂ mientras que el oxígeno baja; su consumo está relacionado directamente con la actividad de los microbios según la variación de la humedad y de la temperatura (Tuesta, 2012).

2.14.6 Parámetros de temperatura

Tabla 5

Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura (°C)	Causas	Soluciones	
Bajas temperaturas T ambiente <35°C	Humedad Insuficiente	Existe diversos factores, que disminuyen la temperatura, uno es por escasez de humedad por lo cual los microorganismos disminuyen su actividad metabólica y por lo tanto la temperatura desciende	Para un mayor porcentaje de humedad se puede añadir material fresco (restos de fruta y verduras) humedeciendo
	Material escaso	Escasos insumos o forma de pila la cual no es adecuada ya que no permite que alcance una temperatura optima	Agregar más material a la compostera
	Baja relación de nitrógeno C: N	Si existe una elevada relación C: N, ocasiona que los microorganismos no tengan el N suficiente para generar enzimas proteínicas, disminuyendo su actividad	Se agrega estiércol ya que tiene un alto contenido de nitrógeno
Un exceso de temperatura (T ambiente >70°C)	Aireación y poca humedad	La temperatura es excesiva inhibiendo el proceso de descomposición. Por lo cual se mantiene la actividad microbiana pero no la adecuada para los microorganismos mesofílicos terminan el proceso.	Aireación y comprobación de la humedad optima, además se puede agregar de materiales con alto contenido de carbono.

Nota. Manual de Compostaje de Agricultura ,2013.

2.15 Características del compost de calidad

2.15.1 Características químicas

El contenido de materia orgánica en un compost de calidad es de 25 - 40 % de materia seca, 40 % de humedad, pH entre 7 y 8, principalmente neutro, temperatura estable y ambiente similar (máximo 25 C). La relación de nitrógeno está entre 12 y 18, el nitrógeno orgánico es aproximadamente el 90 % del total, el nitrógeno inorgánico al final del proceso no debe exceder el 0,04 %, principalmente nitrato mineral y amoníaco (NH₄) (Lisseth, 2020).

2.15.2 Características físicas

El compost debe estar libre de materias extrañas (Metal, plástico, papel y vidrio), textura suave, color marrón oscuro, granulometría fina, estabilidad uniforme, humedad, pero sin saturación (Lisseth, 2020).

2.15.3 Madurez y calidad

La madurez del compost se evalúa observando la degradación, transformación y síntesis microbiana que forma los componentes. El grado de madurez del compost se determina colocando una ligeramente mojada en una bolsa de plástico. Si la muestra emite un olor similar al de la tierra después de una semana de almacenamiento a una temperatura de 20-30 grados, es un compost maduro. El compost inmaduro producirá un olor séptico. Un compost maduro es el cual sus nutrientes se han combinado de manera correcta formando una masa orgánica estable. La calidad del compost también tiene influencia por parte de la madurez del compost, pero también se incluye el contenido químico del sustrato. Por lo cual si se utiliza un compost inmaduro este puede ocasionar que la planta no crezca de manera correcta debido a problemas de toxicidad por amonio e inmovilización del nitrógeno (Lisseth, 2020).

2.16 Propiedades del compost en los suelos

- Mejora las propiedades físicas del suelo: Estabiliza la estructura del suelo, reduce la densidad ya que aumenta la porosidad y permeabilidad, favorece la retención de la humedad en el suelo.
- Mejora las propiedades químicas del suelo: Incrementa el contenido en macronutrientes y micronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio.
- Mejora la actividad biológica en los suelos: Los suelos con compost son un medio y el alimento de los microorganismos ya que estos viven del humus y contribuyen a su mineralización. Las poblaciones microbianas son un indicador de la fertilidad en el suelo. (Alcántara, 2015)

2.17 Tipo de proceso de compostaje

2.17.1 Compostaje tradicional

Compost obtenido de manera artesanal, es decir, se acumulan residuos en pilas de diferentes tamaños, utilizando residuos, como plástico, vidrio, etc. Se usan herramientas como rastrillos, palas, etc., para el proceso de volteado. La degradación ocurre lentamente, según el proceso natural de los materiales compuestos según su estructura (Lisseth, 2020).

2.17.2 Compostaje mecanizado

En este tipo de compostaje se facilita la producción mediante el uso de herramientas y equipos que permiten la selección de compostaje de alta calidad en un corto período de tiempo, desde el recojo de materias primas, residuos no perecederos hasta desechos. La implementación de maquinaria en el compostaje es una gran contribución al desarrollo de esta práctica (Lisseth, 2020).

2.18 Usos y Beneficios de Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de las tierras de cultivo. Las ventajas de las propiedades físicas mejoran la estructura del suelo y regulan el balance hídrico (Cevallos Chacón, 2020).

Los abonos orgánicos pueden mejorar las características físicas, químicas y biológicas de las tierras agrícolas. Las propiedades físicas son una ventaja, ya que mejoran la estabilidad estructural del suelo y ajustan el equilibrio hídrico del suelo; Las propiedades químicas, tienen la capacidad de aumentar el intercambio catiónico del suelo, los abonos mantienen el pH a niveles estables y hay un aumento en la fertilidad; y las propiedades biológicas, el abono orgánico tiene la capacidad de permitir mejorar en la aireación y oxigenación en el espacio del suelo, puesto que hay una mayor actividad de los microorganismos aeróbicos y radicular. Los abonos orgánicos son fuente de energía para los microorganismos, los cuales incrementan su número rápidamente (Cevallos Chacón, 2020).

Generalmente los residuos orgánicos, transformados o no, al aplicarlo al suelo mejoran su fertilidad, ya que proporcionan a los suelos muchos nutrientes de forma lenta, lo que provoca una mejora importante en su eficiencia comparado a los fertilizantes químicos (Gonzales, 2016).

Los factores importantes que influyen en la mejora de la fertilidad y productividad del suelo es la materia orgánica, ya que su presencia influencia en los procesos químicos, físicos y biológicos que determinan el sistema suelo - vegetación (Cegarra, 2016).

Así mismo es un material compuesto por productos orgánicos de origen coloidal, provenientes de la degradación de restos orgánicos por microorganismos, hongos y bacterias, considerados organismos benéficos. Su color característico es el negro, lo que nos indica que hay gran presencia de carbono. Principalmente se encuentra en las partes altas de los suelos, donde existe actividad orgánica intensa. Es nivel de descomposición del humes es muy elevado, por lo que no se descomponen más ni se transforman, esta materia es considerada muy estable (Palmero, 2010).

2.19 Ventajas del uso compost

Se pueden mencionar los siguientes:

- a) Mejora muchas características químicas, físicas, y biológicas del suelo o de áreas para donde crece vegetación, estas características son la textura, la estructura y la capacidad de retención de humedad.
- b) Permite un equilibrio nutricional en el suelo ya que genera macro y micro nutrientes.
- c) Evita la erosión, ya que reduce el escurrimiento superficial en los suelos.
- d) El compost tiene múltiples usos se obtiene beneficios semejantes a los productos sustitutos. Se usa como fertilizante tiene un elevado contenido de nutrientes, contiene alta concentración de nutrientes que mejoran la capacidad productora del suelo (Santibáñez, 2014).
- e) El compost reduce el acopio de la materia orgánica en rellenos sanitarios, disminuye la quema de basura, reduciendo los daños de estas actividades que le hacen daños al ambiente (CONAMA, 2006).

2.20 Recomendaciones para obtener un compost de calidad

- a) Los microorganismos realizan mejor el proceso con partículas pequeñas entre 1y 5 cm, esto favorecería la oxigenación.
- b) Se debe mantener una cantidad adecuada de materia seca, materia húmeda, los porcentajes de humedad y oxigenación deben ser óptimos para el proceso de compostaje
- c) Se tiene que tener presente las poblaciones microbianas para que se desarrollen adecuadamente y proporcionaran una variedad de nutrientes, así como un equilibrio de carbono y nitrógeno para favorecer la reducción del volumen y reducir las pérdidas de nitrógeno (Velasco, 2016).
- d) En la presencia de poblaciones microbianas se tiene que tener un cuidado con la humedad optima y oxigenación adecuada para la obtención de un compost de calidad (Velasco, 2016).

CÁPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y nivel de la investigación

Descriptiva – Correlacional, el trabajo se orienta a la aplicación de un plan de segregación residuos orgánicos y la correlación de comerciantes que cumplieron con el plan para la producción de compost el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia Tacna, así como la caracterización de los residuos sólidos orgánicos.

3.1.1 Formulación y Aplicación del Plan de Segregación en el mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa

Se utilizó como material de asesoramiento la Guía metodológica para elaborar e implementar Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales.

Para el Plan de Segregación y Producción de Compost de Residuos Orgánicos Provenientes del Mercado Santa Rosa en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna se realizó una encuesta a los conductores de puesto para saber si se encuentran informados sobre el Tema de Residuos orgánicos, identificación ,segregación , producción de compost, generación de residuos a la semana siguiente se realizó una capacitación puesto por puesto para absolver las dudas sobre la segregación y producción de compost. Se les informo a los conductores de puesto si estaban dispuestos en participar en la Plan de Segregación y producción de compost.

El Plan de Segregación y Producción de Compost de Residuos Orgánicos Provenientes del Mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021 se encuentra (vea el anexo N° 1).

Las Capacitaciones se realizaron durante 2 semanas, por cada semana se realizó 2 capacitaciones a los conductores de puestos, estas capacitaciones fueron personales en cada la selección de los participantes se realizó un muestreo aleatorio.

Tabla 6

Cronograma de Capacitaciones

Cronograma de capacitaciones					
	L	M	M	J	V
Primera semana	x		x		
Segunda semana		x		x	
Horario de la capacitación: 5:40 a 6:20 am					

3.1.2 Caracterización y elaboración de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Se utilizó como material de asesoramiento la Guía para la caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

La semana siguiente de la capacitación se realizó la entrega de recipientes con tapa , registrando cada recipiente y se les pegó un stickers a cada puesto que participaba en el Plan con la finalidad de reconocer a los participantes, posteriormente se inició la recolección de los residuos durante 2 semanas en los horarios establecidos , se pesara los residuos y después se almacenara en un tambor de plástico los residuos recolectados para después realizar la caracterización obteniendo así datos de densidad y volumen. Se procedió a picar los residuos orgánicos reduciendo el tamaño de estos hasta los 3 cm para que sean más fácil de descomponer.

Se coloco un plástico negro polietileno a la compostera, después se colocó la primera capa de residuos (residuos de verduras) seguidamente la segunda (residuos de frutas), la tercera la (residuos de verduras), cuarta (residuos de frutas), la quinta (residuos de verduras) y la sexta (residuos de frutas) al terminar de colocar las capas, se procedió a colocar el plástico negro encima recubriendo los residuos para evitar los cambios de temperatura.

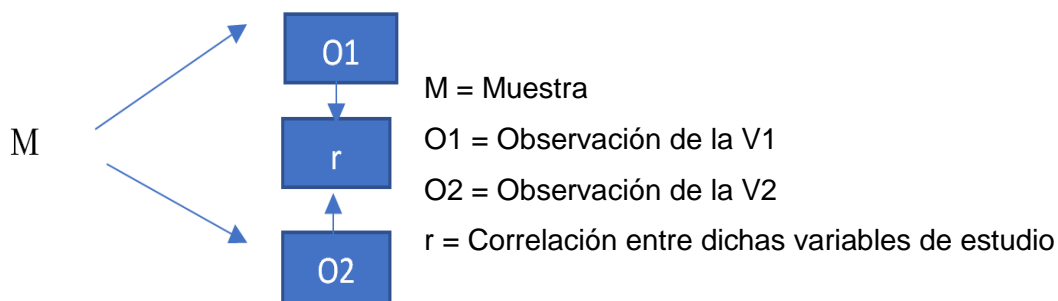
Una vez por semana se realizaba el volteo de los residuos con la finalidad de que se realice la fermentación, se colocó un tronco pequeño en el centro de la compostera para que las corrientes de aire ingresen. Cada semana se realizó el monitoreo de las diferentes etapas de compost temperatura, humedad, pH.

El Monitoreo del Compost empezó desde la Etapa mesófila, Etapa de Termófila, Etapa de mesófila II y Etapa de maduración durante todas las etapas se pueden observar las diferentes temperaturas, porcentajes de humedad y pH.

El Monitoreo del Compost empezó desde la Etapa mesófila, Etapa de Termófila, Etapa de mesófila II y Etapa de maduración durante todas las etapas se pueden observar las diferentes temperaturas, porcentajes de humedad y pH.

Para desarrollar el presente trabajo de investigación no se va a realizar ningún tipo de experimentación, lo que se busca es elaborar un Plan de segregación de residuos orgánicos para la producción de compost en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia Tacna., en ese sentido se evaluarán las dimensiones de cada una de las variables, utilizando instrumentos adecuados.

Donde:



3.2 Población y/o muestra del estudio

3.2.1 Población

La población se conformó por comerciantes del Mercado de Abastos Santa Rosa de Lima Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, los cuales generan residuos de

casaca de frutas 20 kg, obteniendo una pila de 184 kg de residuos orgánicos para compostaje.

3.2.2 Muestra

La muestra se obtuvo mediante la fórmula la cual nos proporcionará un número de puestos en la cual se recolectará los residuos orgánicos para la elaboración de compost. Se desarrolló un muestreo aleatorio, tomando al azar a los participantes del Plan.

Se utiliza la fórmula para determinar la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

$$n = \frac{227 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 (227 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} =$$

$$n = 55$$

Donde:

N = Corresponde al total de los puestos de abastos

Z α = 1,96 elevado al cuadrado (si la seguridad es del 95 %)

p = proporción esperada (para este caso 5 % = 0,05)

q = 1 – p (para este caso 1 - 0,05 = 0,95)

d = margen de error (5 %=0,05)

3.2.3 Muestreo de Residuos Orgánicos

Se procedió a estimar el muestreo con medidas necesarias para el control de características físico - químicas en la pila de compostaje. El área se encuentra ubicado en el Distrito Gregorio Albarracín, Tacna cuenta con un clima cálido, se deben tomar el muestreo, registro y control.

La pila de compostaje se realizo es un espacio adecuado con las siguientes medidas de 2 m de largo, 1,50 m de ancho y 1,50 m de altura. Primero se colocó una capa de 3 cm de residuos de verduras y después se realizó la mezcla y homogénea hasta terminar de agregar las demás capas de restos de cascaras verduras y frutas para evitar la proliferación de moscas y plagas se cubrió la pila con plástico de Polietileno negro.

3.2.4 Materiales y equipo

a) Materiales

Detalle de Materiales, equipos para la elaboración del compost

- Recipientes con Tapa
- Rastrillo
- Malla Rachel
- Guantes quirúrgicos
- Tabla para picar
- Cilindro de caucho
- Polietileno negro
- Compostera
- Cámara Fotográfica
- Cuchillo
- Cinta métrica (5 metros)

b) Instrumentos

Detalle de Instrumentos, equipos para la elaboración del compost

- Termómetro

- Tiras de pH
- Balanza de plataforma

c) Insumos

Insumo para la elaboración del compost

- Residuos orgánicos
- Aserrín

d) Dimensiones de la compostera

Tabla 7

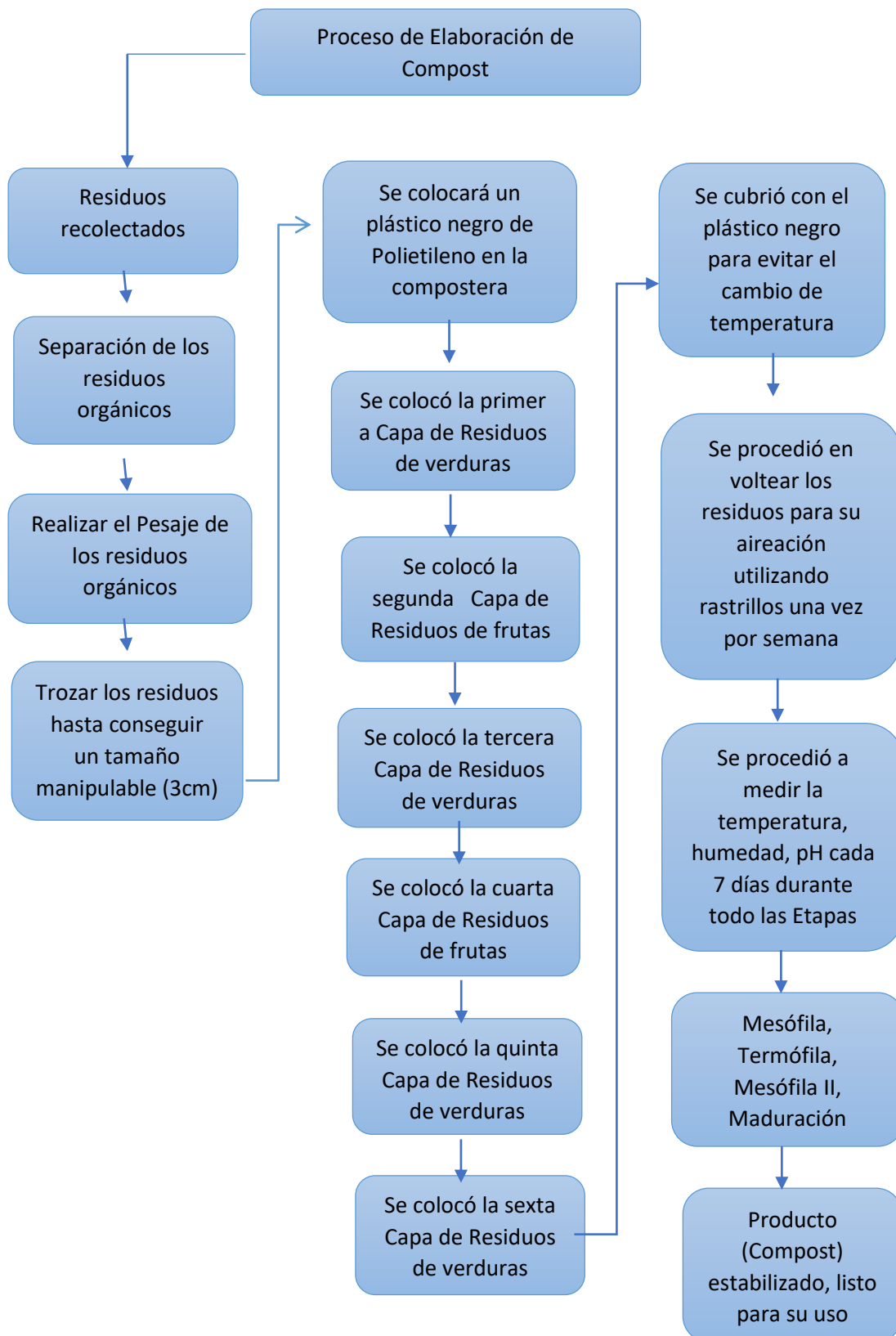
Dimensiones

Medidas	Valor (m)
Ancho	1,50
Alto	1,50
Largo	2

e) Equipos de Protección

Materiales para Personal

- Guantes de cuero pulido
- Botas de seguridad
- Mascarillas para polvo

Figura 2*Proceso de elaboración de Compost*

Este proceso implica crear las condiciones necesarias de calor, temperatura y humedad para la eliminación de organismos vivos por parte de diversos microorganismos.

3.3 Operacionalización de Variables

La operacionalización de variables se observa en la figura 8.

Tabla 8

Operacionalización de Variables

Variables de estudio	Dimensiones	Indicador	Escala	Metodología
Plan de segregación de residuos orgánicos	Caracterización de residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Cantidad de residuos ● Tipo de residuos orgánicos que se generan ● Generación per -puesto ● Características físicas (peso residuo, volumen, densidad) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kg ● Nominal (cascara de frutas, cascaras de verduras) ● Kg/puesto ● kg, m3, g/ml 	Guía para la caracterización de Residuos Sólidos Municipales
	Percepción de los conductores de puesto del mercado de abastos Santa Rosa	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificación del tipo de residuo ● Acciones de Segregación ● Disponibilidad de participar en el Plan de Segregación 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dicotómica(si/no) ● Dicotómica(si/no) ● Dicotómica(si/no) 	Ficha de Observación
● Producción de Compost	● Controles Físicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Temperatura ● humedad 	<ul style="list-style-type: none"> ● °C ● humedad 	● Termómetro ● Diferencia de Peso /Gravimetría ● Tiras de pH
	● Controles Químicos	● pH	● pH	

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Tratamiento de datos estadísticos

Las técnicas que se utilizó fueron fichas para la recolección de los datos para la medición de los parámetros físicos, químicos, temperatura, humedad, pH.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico para evaluar la influencia de la aplicación de un Plan de Segregación de Residuos Orgánicos en los comercializadores del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost, se realizó mediante un análisis de correlación de Macnemar utilizando los Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) y Microsoft Excel 2016.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis Estadístico

Tal como se aprecia en la tabla 9 se contabilizó el número de conductores de puestos que segregan y quienes no lo hacen, antes y después de la capacitación

Tabla 9

Segrega adecuadamente los residuos orgánicos e inorgánicos - antes y después de aplicar el plan de segregación

Segregación		Después		
		No	Si	Total
Antes	No	0	19	19
	Si	1	0	1
Total		1	19	20

Nota. Estadístico de Macnemar SPSS.

Del los 20 conductores de puestos, antes de la capacitación solo 1 segregaba adecuadamente los residuos orgánicos mientras que los demás conductores desconocían sobre el tema. Después de la capacitación 19 conductores segregaban adecuadamente los residuos orgánicos. A sí mismo tal como se aprecia en la tabla N° 10 se contabilizó a los conductores que identifican los residuos orgánicos e inorgánicos.

Tabla 10

Identifica adecuadamente los residuos orgánicos e inorgánicos – antes y después

Identificación		Después		
		No	Si	Total
Antes	No	0	17	17
	Si	3	0	1
Total		3	17	20

Nota. Estadístico de Macnemar SPSS.

Del los 20 conductores de puestos, antes de la capacitación solo 3 identificaban los residuos orgánicos mientras que los demás conductores desconocían sobre el tema. Después de la capacitación 17 conductores identificaron los residuos orgánicos. A sí mismo tal como se aprecia en la tabla 11 se contabilizó a los conductores que identifican que tipo de residuo orgánico es adecuado para la elaboración de compost.

Tabla 11

Sabes cuáles son residuos orgánicos son adecuados para elaborar Compost-antes y después

Sabe cuáles son residuos orgánicos adecuados		Después		
		No	Si	Total
Antes	No	0	19	19
	Si	1	0	1
Total		1	19	20

Nota. Estadístico de Macnemar SPSS.

De los 20 conductores de puestos, antes de la capacitación solo 1 sabe cuáles son los residuos orgánicos son adecuados para la elaboración de compost mientras que los demás conductores desconocían sobre el tema. Después de la capacitación 19 conocen cuales son los residuos orgánicos son adecuados para la elaboración de compost.

A si mismo tal como se aprecia en la tabla 12 se contabilizó a los participantes del plan de segregación.

Tabla 12

Participantes del plan de segregación de residuos orgánicos

Puestos	Número de Establecimientos
Venta Verduras	5
Venta Jugos	5
Total	10

Para del Plan de Segregación participaron 10 conductores de puestos quienes se encontraron dispuestos a participar en la segregación de los residuos orgánicos.

A si mismo tal como se aprecia en la tabla 13 se observó que los volúmenes de residuos mas grandes se dan en los días 3 y 5 respectivamente.

Tabla 13

(Primera Semana)

Parámetros\Tiempo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Peso de Residuo	20 kg	18 kg	17,6 kg	19 kg	19,4 kg
Volumen que ocupa el residuo	773	891,3	1 318	304,2	1 112,3
Densidad	0,02	0,025	0,015	0,062	0,02

En la Primera Semana se recolectaron residuos orgánicos provenientes de puestos de verduras, se determinó el peso del residuo, volumen y la densidad, según la Guía de Estudio de Caracterización de Residuos Municipales de Ministerio del Ambiente.

A si mismo tal como se aprecia en la tabla 14 se observó que los volúmenes de residuos mas grandes se dan en los días 8 y 10 respectivamente en la segunda semana.

Tabla 14

Caracterización de los residuos del Mercado de abastos Santa Rosa (Segunda Semana)

Parámetros\Tiempo	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Peso de Residuo	18 kg	19 kg	19 kg	17 kg	17 kg
Volumen que ocupa el residuo	775,4	889,5	1 318,2	335,3	1 110,4
Densidad	0,03	0,023	0,013	0,068	0,022

En la Segunda Semana se recolectaron residuos orgánicos provenientes de puestos de verduras, se determinó el peso del residuo, volumen y la densidad, según la Guía de Estudio de Caracterización de Residuos Municipales de Ministerio del Ambiente.

A si mismo tal como se aprecia en la tabla N° 15 se observó la mayor cantidad de residuos obtenidos son los de cascara de plátano y cascara de papaya con 23 kg y 20 kg respectivamente.

Tabla 15

Cantidad de residuos vegetales generados para el armado de la pila compostaje

Semana 1

Semana 1	Kg	Residuos de frutas
1/04/2021 - 05/04/2021	23	Cascara de plátano
	8	Cascara de piña
	9	Cascara de manzana
	7	Pomelo de la fresa
	20	Cascara de papaya
	8	Cascara de mango
	2	Cascara de huevo
	6	Cascara de Zanahoria
	4	Cascara de Melón
Total	94	-

Los residuos orgánicos de frutas se recolectaron en el Mercado de Abastos Santa Rosa, donde la primera semana de recolección 1/04/2021 - 05/04/2021 (Cascara de plátano 23 kg, cascara de piña 8 kg, cascara de manzana 9 kg, pomelo de la fresa 7 kg, cascara de papaya 20 kg, cascara de mango 8 kg, cascara de huevo 2 kg, cascara de zanahoria 6 kg, Cascara de melón 4kg, Ramas de Plátano 7 kg) llegando a un total de 94 Kg.

A su mismo tal como se aprecia en la tabla N° 16 se observó la mayor cantidad de residuos obtenidos son los de cascara de zapallo y ramas de beterraga con 18 kg y 15 kg respectivamente.

Tabla 16

Cantidad de residuos vegetales generados para el armado de la pila compostaje
Semana 2

Semana 2	Kg	Residuos de verduras
	15	Ramas de Beterraga
	10	Ramas de apio
	13	Ramas de Coliflor
	14	Tomates descompuestos
06/04/2021 - 10/04/2021	8	Tomates descompuestos
	12	Hojas de lechuga
	8	cascara de Zanahoria
	18	cascara de zapallo
	-	-
	-	-
Total	90	-

Figura 3

Residuos Recolectados



Los residuos orgánicos de verduras se recolectaron en el Mercado de Abastos Santa Rosa, donde la segunda semana 06/04/2021 - 10/04/2021 de recolección (Ramas de beterraga, 15 kg ramas de apio 10 kg, ramas de Coliflor 13 kg, tomates descompuestos 14 kg, hojas de lechuga 12 kg, cascara de zanahoria 8 kg, cascara de zapallo 18 kg) llegando a un total de 90 Kg.

A si mismo tal como se aprecia en la tabla N° 17 se observó la cantidad total de residuos orgánicos de verduras y frutas.

Tabla 17

Recolección total de residuos orgánicos (Cascaras de verduras y frutas)

Semana	Residuos de frutas	Residuos de verduras
1	94	-
2	-	90
Total	184	

Finalizando con la tabla 21 la primera semana se acumuló 94 kg de restos orgánicos de frutas y la segunda semana se acumuló 90 kg de residuos de verduras; sumando un total de 184 Kg de residuos recolectados.

Figura 4

Picado de los residuos orgánicos



Tal como se observa en la figura 4, se procedió a picar los residuos recolectados con un cuchillo y una tabla, reduciendo las cascaras de fruta hasta obtener el tamaño de 3 cm para que este sea más fácil de mezclar con la finalidad de que su descomposición aeróbica sea óptima.

Pesado de residuos orgánicos de frutas y verduras

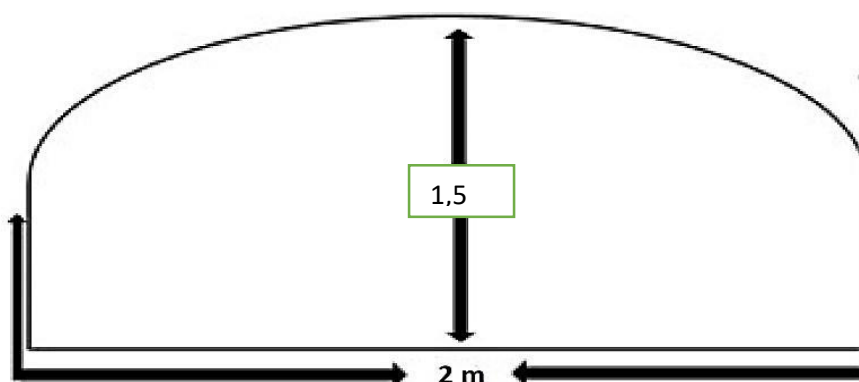
Después de la clasificación de los residuos orgánicos se realizó un pesaje a cada residuo de frutas y verduras obteniendo así 94 kg residuos de frutas y 90 kg de residuos de verduras.

4.2 Diseño de la pila compostera

La compostera tiene como medidas 2m de largo, 1,50 m de ancho y 1,50 m de altura. Tiene un espacio y distancia adecuada para que el compost se desarrolle con las condiciones necesarias, tal como se observa en la figura 5.

Figura 5

Medidas de la Pila de compostaje



La compostera tiene como altura 1,50 m, es apropiado para su aireación de la temperatura, así evitar que entre en auto - combustión y no generar malos olores, tiene un ancho de 1m que facilitara el volteo del compost.

4.3 Implementar la pila compostera

Primeramente, se colocó un plástico negro Polietileno impermeable, se puso como base para evitar el lixiviado y este haga contacto con la tierra.

Se colocó la primera capa de (Residuos de verduras: Ramas de beterraga 13 kg, ramas de apio 5 kg, ramas de coliflor 7 kg, tomates descompuesto 6 kg, cascara de lechuga 6 kg, cascara de zanahoria 5 kg, cascara de zapallo 8 kg).

Seguidamente se conformó la segunda capa (Residuos de fruta: Cascara de plátano 9 kg, cascara de piña 3kg, Pomelo de la fresa 1 kg, Cascara de papaya 10 kg, cascara de mango 5 kg, cascara de huevo 1kg, cascara de Zanahoria 2 kg, cascara de melón 2 kg)

En la tercera capa (Residuos de verduras: Ramas de beterraga 4 kg, ramas de apio 3 kg, ramas de coliflor 7 kg, tomates descompuesto 7 kg, cascara de lechuga 5 kg, cascara de zanahoria 1 kg, cascara de zapallo 8 kg).

Tabla 18

Formación de la pila de compostaje de los residuos orgánicos de verduras y fruta (Capas de pila de compostaje)

Capas	Kg	Residuos orgánicos
6	10	Residuos Verduras: Ramas de Beterraga, Ramas de apio, Ramas de Coliflor, Tomates descompuesto, Cascara de lechuga, Cascara de Zanahoria, Cascara de Zapallo
5	33	Residuos de Verduras: Ramas de Beterraga, Ramas de apio, Ramas de Coliflor, Tomates descompuesto, Cascara de lechuga, Cascara de Zanahoria, Cascara de Zapallo. Residuos de Frutas: Cascara de plátano, Cascara de piña, Pomelo de la fresa, Cascara de papaya, Cascara de mango, Cascara de huevo, Cascara de Zanahoria, Cascara de Melón
4	28	Residuos de Fruta: Cascara de plátano, Cascara de piña, Pomelo de la fresa, Cascara de papaya, Cascara de mango, Cascara de huevo, Cascara de Zanahoria, Cascara de Melón
3	35	Residuos de Verduras: Ramas de Beterraga, Ramas de apio, Ramas de Coliflor, Tomates descompuesto, Cascara de lechuga, Cascara de Zanahoria, Cascara de Zapallo
2	28	Residuos de Fruta: Cascara de plátano, Cascara de piña, Pomelo de la fresa, Cascara de papaya, Cascara de mango, Cascara de huevo, Cascara de Zanahoria, Cascara de Melón
1	50	Primero se colocó el plástico impermeable y después se colocaron los Residuos de Verduras: Ramas de Beterraga, Ramas de apio, Ramas de Coliflor, Tomates descompuesto, Cascara de lechuga, Cascara de Zanahoria, Cascara de Zapallo

En la cuarta etapa (Residuos de fruta: Ramas de beterraga 5 kg, ramas de apio 3 kg, ramas de coliflor 5 kg, tomates descompuesto 5 kg, cascara de lechuga 4 kg, cascara de zanahoria 2 kg, cascara de zapallo 4 kg).

En la quinta etapa (Residuos de verduras: Ramas de beterraga 3 kg, ramas de apio 1 kg, ramas de coliflor 3 kg, tomates descompuesto 3 kg, cascara de lechuga 3 kg, cascara de zanahoria 1 kg, cascara de zapallo 2 kg.

Residuos de frutas: Cascara de plátano 6 kg, cascara de piña 1 kg, Pomelo de la fresa 1 kg, cascara de papaya 5 kg, cascara de mango 2 kg, cascara de zanahoria 1 kg, cascara de melón 1 kg).

En la sexta etapa (Residuos verduras: Ramas de beterraga 2 kg, ramas de apio 1 kg, ramas de coliflor 2 kg, tomates descompuesto 3 kg, cascara de lechuga 1 kg, cascara de zanahoria 1 kg,).

Figura 6

Pila Compostera



Se cubrió con el plástico negro para evitar el cambio de temperatura y así evitar que el calor que se genera dentro de la pila se pierda, dando el inicio de su proceso de compostaje

4.4 Características físicas - químicas de las diferentes fases del compostaje

Aireación

Para realizar la fermentación aeróbica se procedió en voltear los residuos utilizando rastrillos una vez por semana. El volteado de las capas debe quedar en el centro, se colocó un tronco de madera pequeña para que ingresen las corrientes de aire para que las capas se encuentren aireadas.

4.4.1 Características físicas iniciales

Tabla 19

Parámetro físico inicial de Los residuos orgánicos

Tipo de residuo	Temperatura °C inicial	Humedad % inicial	Olor inicial
Residuos orgánicos verduras	17	8 - 10	Desagradable
Residuos orgánicos frutas	20	33 - 50	Agradable

La temperatura y la humedad varían según los residuos orgánicos de verduras con 17 °C, los residuos recién cortados tienen un olor desagradable. Cuando la planta es cortada se liberizan compuestos químicos estos se dispersen en el ambiente, los residuos de frutas tienen un olor agradable.

4.4.2 Evolución de la temperatura durante el compostaje.

Se usó un termómetro a una profundidad de 15 cm para medir su temperatura, se procedió a medir la temperatura cada 7 días en todo el proceso de elaboración de compost.

La temperatura descendió después del segundo volteo, se presentó a una fase estable que se extendió durante los 3 meses.

Tabla 20

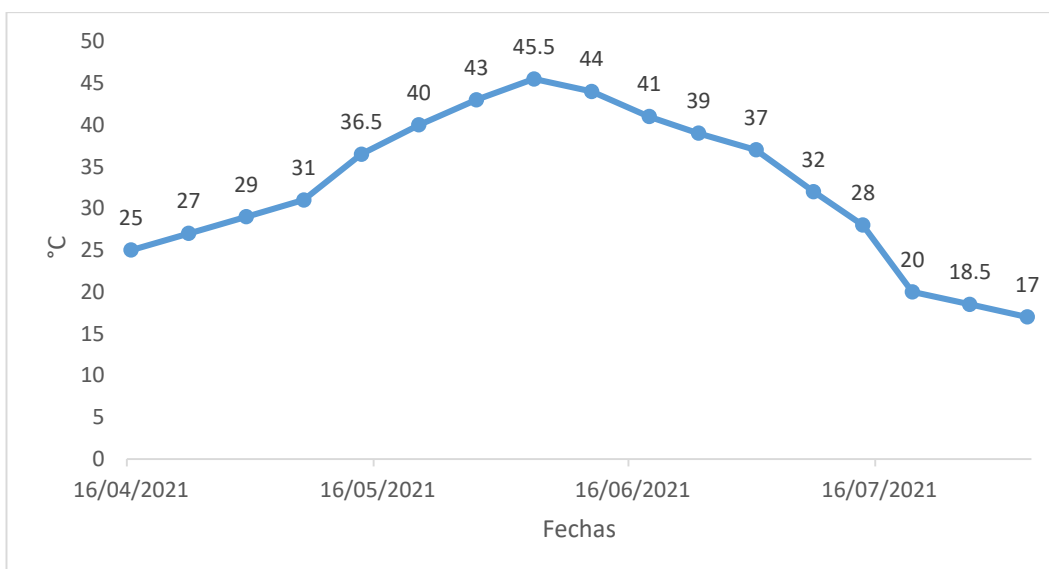
Monitoreo de temperatura en la pila de compostaje

Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos		
Fecha	N° de Volteo de la Pila de Compostaje	Temperatura °C
16/04/2021	0	25
23/04/2021	1	27
30/04/2021	2	29
7/05/2021	3	31
14/05/2021	4	36,5
21/05/2021	5	40
28/05/2021	6	43
4/06/2021	7	45,5
11/06/2021	8	44
18/06/2021	9	41
24/06/2021	10	39
1/07/2021	11	37
8/07/2021	12	32
14/07/2021	13	28
20/07/2021	14	20
27/07/2021	15	18,5
3/08/2021	16	17

En la tabla 24, la temperatura en las primeras semanas de la fase mesófila, se registra un aumento con los que nos lleva a definir que la fase mesófila y mesófila II se inicia en la semana 11 su temperatura promedio es de 37 °C hasta llega a 28 °C, la temperatura empezó a descender en la Fase de Maduración en la semana 14 la temperatura ambiente indico que el proceso de compostaje finalizo.

Figura 7

Temperatura de las pilas de compostaje



En la figura 9 se observa la evolución de la temperatura iniciando en 25° C, con una temperatura máxima de 45, 5° C y finalizando en una temperatura de 17° C.

La pila de compostaje estuvo cubierta durante todo el proceso con un plástico negro, para evitar que durante la mañana se pierda humedad por los rayos de sol, en la noche las temperaturas bajas no afectan el proceso de compostaje.

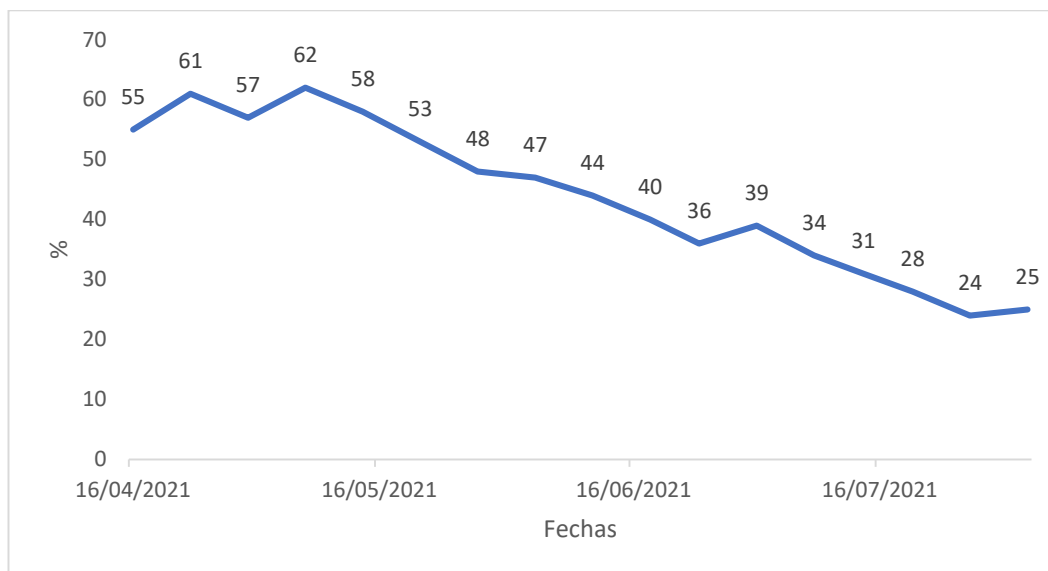
Tabla 21*Monitoreo del porcentaje de humedad del compost*

Fecha	N° de Volteo de la Pila de Compostaje	Humedad
16/04/2021	0	55
23/04/2021	1	61
30/04/2021	2	57
7/05/2021	3	62
14/05/2021	4	58
21/05/2021	5	53
28/05/2021	6	48
4/06/2021	7	47
11/06/2021	8	44
18/06/2021	9	40
24/06/2021	10	36
1/07/2021	11	39
8/07/2021	12	34
14/07/2021	13	31
20/07/2021	14	28
27/07/2021	15	24
3/08/2021	16	25

En la pila de compostaje se evidencio que el valor inicial de humedad es 53 % al pasar 3 semanas la humedad aumento en un 62 % y la humedad final de 24 %.

Figura 8

Porcentaje humedad en el proceso de compostaje



En la figura 10, la pila de compostaje registró un porcentaje inicial de humedad de 55 %, en la semana 4 el porcentaje de humedad comenzó a descender.

Se logró obtener un porcentaje tolerante de humedad en la fase termófila con un porcentaje promedio del 39 % en los valores registrados las últimas semanas se observó que la humedad en el compost maduro llegó a un 25 %.

Humedecimiento de las pilas de compostaje

En ciertas mediciones se tuvo que agregar agua para elevar el porcentaje de humedad.

Evolución del pH en el compostaje

Se determinó el pH con tiras de colorimetría se realizó la medición cada 7 días durante todo el Proceso de Compostaje.

Tabla 22*Monitoreo del pH del compost*

Fecha	N° de Volteo de la Pila de Compostaje	pH
16/04/2021	0	7,52
23/04/2021	1	7,82
30/04/2021	2	7
7/05/2021	3	6,5
14/05/2021	4	6
21/05/2021	5	7
28/05/2021	6	7,5
4/06/2021	7	8
11/06/2021	8	8,5
18/06/2021	9	9
24/06/2021	10	8,5
1/07/2021	11	8
8/07/2021	12	8
14/07/2021	13	9
20/07/2021	14	8,5
27/07/2021	15	8,5
3/08/2021	16	9

En la tabla 26, el pH disminuyó hasta un valor bajo de 7 en las semanas 3 y 4 ya que se en esta etapa se empieza la descomposición de los residuos orgánicos. En la semana 5 hasta la semana 10 fase termófila el pH empieza a ascender obteniendo el valor de 8,5.

CAPÍTULO V:

DISCUSIÓN

Se aplicó encuestas que nos permitió saber que tan informados se encuentran los conductores de puesto sobre la segregación Anexo N°5 y se aplicó el Plan de Segregación de Residuos Orgánicos como se observa en la Tabla N°13. Posteriormente se observó la influencia de la aplicación del Plan de Segregación en los comerciantes del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín en la identificación y selección de los residuos como se evidencia en las Tablas N°14 y N° 15, Alcántara (2015) en su investigación “Elaboración de un Plan de Segregación de Residuos Orgánicos para la Producción de Compost en el Distrito De Chancay – San Marcos – Cajamarca 2015 determinó que la mejor forma de saber la realidad sobre la desinformación que tienen las personas no ayudan a realizar una segregación de residuos, Así mismo Quispe (2016) determinó que el principal actor para el éxito del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios, se planificó y desarrolló mediante actividades de comunicación y sensibilización que permitió motivar, educar y hacer partícipes.

En la Tabla 16 observamos el número de establecimientos, de los cuales se seleccionaron 5 de ventas de verduras y 5 de ventas de jugos, debido a que son los establecimientos que generan los residuos orgánicos vegetales.

La caracterización de los residuos del Mercado de abastos Santa Rosa se realizó por día, determinando el peso, volumen y densidad, se obtuvo una cantidad entre 20 y 17 kg por día como se reportó en las Tablas 16, 17 y 18.

En el estudio de caracterización de residuos orgánicos del Mercado de Abastos Santa Rosa la composición física nos sirvió como indicador del mayor porcentaje de material orgánico siendo un 100 %. La primera semana se recolectó residuos orgánicos de frutas y la segunda semana de verduras como se observó en la Figura 2; el residuo que generó más peso fue el plátano con 23 kg ver Tabla 19 y la cáscara de zapallo con 18 kg ver Tabla 20, El procedimiento empleado contribuyo a llegar al objetivo de diagnosticar los residuos orgánicos adecuados para la elaboración del compost, no se necesitó agregar más residuos orgánicos o estiércol, no se adiciono más agua ya que en el proceso, la humedad siempre estuvo presente relacionado con Hernández (2018) en su investigación “Calidad nutrimental de cuatro abonos

orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios “concluye que el mejor tratamiento en elaboración del abono orgánico es producido a partir de residuos vegetales es agregando estiércol para obtener un compostaje de calidad .

En la Figura 1 se observa el picado de los residuos orgánicos y durante dos semanas se realizó el pesado en el Mercado de Abastos Santa Rosa de Lima alcanzando un promedio de 184 kg (Tabla 21).

La pila tuvo una altura de 1.5m y ancho 2m (Figura 4) se colocaron estas medidas para facilitar el volteo del compostaje y el tiempo de elaboración fue de 110 días el tiempo de compostaje según recomendación de Carrillo et al (2017).

La pila tuvo capas de compostajes Tabla 23, intercalando frutas y verduras, para el riego de la pila dependió de las condiciones que presenta el clima , al estar en época de verano la pila se encontraba humedecida solo se agregó agua si era necesario para no producir un cambio de humedad y evitar afectar el proceso de descomposición ,el volteo de la pila se realizó una vez por semana empezando la formación de la pila esto se dio a partir de etapa mesófila II ,según Colomer (2016) nos demuestra que utilizar aceleradores biológicos logra minimizar la calidad de material orgánico utilizado para la formación de pilas de compost.

La temperatura inicial de los insumos fue de 17 °C de residuos de verduras y 20 °C de los residuos de frutas y la humedad de 9 y 41 % respectivamente, la cantidad de carbohidratos que contienen las frutas pueden iniciar el proceso de fermentación más rápido que las verduras a esto se debe la diferencia de temperatura entre las frutas y las verduras.

En la Figura 6 se observa la evolución de la temperatura, durante la etapa de la producción de compost se evidenció que la temperatura más alta fue 45,5 °C los microorganismos que se desarrollaron fueron termo tolerantes entre los cuales pueden sobrevivir algunos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* En la semana 12 y 16 la temperatura empieza a descender hasta llegar a estabilizarse lo que se deduce que el proceso se encuentra en su etapa final. Según Rafael (2015) si la temperatura se hubiera encontrado entre valores de 55 °C y 80 °C los microorganismos mesófilos morirían dando paso a la flora termófila, los olores putrefactos se dieron al proceso de descomposición de los aminoácidos, después de ser consumido el carbono la temperatura se descende llegando a estabilizarse en un valor promedio de 17 °C. Mientras Miyatake (2006) indica que cuando se

presentan condiciones anaeróbicas se originan malos olores y produce una disminución de la velocidad del proceso.

Las temperaturas mayores de 70 °C eliminan gran parte de microorganismos patógenos, haciendo del compost un insumo seguro para el abono de las plantas, se realizaron 16 volteos de la pila durante 3 meses (Tabla 25).

En la Tabla 26, se registró la humedad de la pila de compostaje, empezó con un valor de 55 % y al final de los tres meses se obtuvo una humedad de 25 % dando inicio a la fase termófila se encuentra en los rangos establecidos de una humedad apta para el proceso de descomposición. Al tener una composición de residuos orgánicos frescos favorecen al proceso de descomposición. En la séptima semana en la fase de mesófila la pila de compostaje fue perdiendo agua por las altas temperaturas (evaporación). En la fase de maduración, el proceso de compostaje tiene como porcentaje de humedad promedio de 24 % este valor se encuentra por debajo del rango establecido, la humedad recomendable es de 30 %. En la Figura 7 se observa un descenso lento de aproximadamente 5 % por semana, esto depende del riego y las condiciones climáticas.

En la Tabla 27, se registró una acidificación llegando a valores de pH 6, esto es producto de los ácidos orgánicos que se generan durante el proceso de fermentación de compuestos orgánicos, en la semana 6 el pH empieza a incrementar hasta llegar a un pH alcalino de 9. Los valores se encuentran por encima del rango ideal establecido según la investigación de Barrera (2016) el pH del producto final del proceso del compostaje debe ser neutro entre pH 6-7, en esta fase se desarrollan las poblaciones bacterianas termófilas por lo cual hace que el pH ascienda. Posteriormente el pH es bajo en etapa de mesófila II, en la semana 14 la fase de maduración del pH se estabilizó en 8,5. El compost maduro está por encima de los rangos establecidos esto se debe a que los residuos orgánicos que se emplearon tienen más proporción de nitrógeno que de carbono

En la Tabla 27, según Orozco (2003) el pH no debe superar de 8.5 para no minimizar la pérdida de nitrógeno, respecto Campos (1998) la alcalinidad del compost debe ser controlada durante todo el proceso de la elaboración de compost ya que el grado óptimo del pH es neutro.

Establecer una planta de compostaje para la producción de compost en el Distrito de Gregorio Albarracín es viable porque presenta condiciones adecuadas según se concuerda con (Córdova, 2006) en sus tesis de "Estudio de factibilidad técnico –

económica para instalar una planta de compostaje, utilizando deshechos vegetales urbanos”, en la que se concluyó que es factible instalar una planta para la producción de compost, ya que los mercados generan grandes cantidades de residuos orgánicos.

Aprovechar los residuos orgánicos del Mercado de Abasto Santa Rosa no solo disminuirá impactos ambientales también reduce costos en la compra de abono para las parques y jardines del Distrito Gregorio Albarracín se acuerda Jaramillo y Zapata (2008) en su trabajo de investigación.

Al emplear el Plan de segregación y producción de compost se permitirá que los comerciantes del mercado abastos Santa Rosa desarrollen una adecuada gestión de sus residuos orgánicos según concluye Ruiz (2004) en la ciudad de Cajamarca se puede iniciar un proceso de mejoramiento en el manejo de residuos orgánicos.

CONCLUSIONES

En la aplicación del Plan de Segregación y Producción de Compost determinó que los residuos orgánicos son aptos para la producción de compost, se logró realizar capacitaciones de educación ambiental a 20 conductores de puesto. Todos los residuos orgánicos generados por los conductores de puesto fueron aprovechados para la producción de compost.

La aplicación del Plan de Segregación influyó en la segregación de residuos de los mercados del Distrito Gregorio Albarracín y se evitó que los residuos sigan siendo almacenados en el botadero y expuestos a la intemperie causando daño al medio ambiente

Se recolectó durante dos semanas los residuos y se caracterizó los residuos orgánicos provenientes del Mercado Santa Rosa de Lima del Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa obteniendo así el peso del residuo densidad y volumen. Estos residuos están conformados por (Cascara de plátano, cascara de piña, cascara de manzana, pomelo de la fresa, cascara de papaya, cascara de mango, cascara de huevo 2 kg, cascara de zanahoria, cascara de melón, ramas de Plátano, ramas de beterraga, ramas de apio, ramas de coliflor, tomates descompuestos, hojas de lechuga, cascara de zanahoria, cascara de zapallo teniendo un total 184 Kg picados en un tamaño 3 cm.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que se realicen más campañas de educación ambiental con la finalidad que los conductores de puesto adquieran conocimiento del tema de segregación de residuos orgánicos ya que desconocen del tema y hacer partícipe del Plan de Segregación y producción de compost.

La Municipalidad de Gregorio Albarracín debe entregar depósitos con tapa a los comerciantes del mercado de Abastos Santa Rosa para la correcta segregación de los residuos orgánicos para facilitar así el proceso de producción de compost.

El compost debe de llegar a temperaturas superiores de 55° C para la eliminación de patógenos.

Realizar pruebas con residuos sólidos orgánicos generados en las áreas de cárnicos e hidrobiológicos como insumos del compost, para incrementar la cantidad de residuos sólidos segregados.

Agregar estiércol en la pila de compostaje, para acelerar el proceso de compostaje e incrementar la carga microbiana y nutriente.

Se sugiere que se tenga un espacio amplio para la construcción de un invernadero que resguarde el proceso de elaboración de compost ya que al estar expuesto al aire libre tiende a sufrir variaciones de clima.

Las vísceras de pescado son residuos que son desechados sin ser aprovechados se podría darle un previo proceso de fermentación anaeróbica para la producción de abonos orgánicos.

Se sugiere agregar estiércol de cuy al compost para tener una adecuada relación de carbono y nitrógeno apta, el estiércol de cuy puede acelerar el proceso de compostaje.

Se sugiere agregar estiércol de cuy al compost para tener una adecuada relación de carbono y nitrógeno apta, el estiércol de cuy puede acelerar el proceso de compostaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Toledo, D., y Castillo, G. (2014). Gestión de los residuos sólidos y sus impactos económicos, sociales y medioambientales. Cuba: Revista Centro Azúcar,.
- Acosta, W., y Peralta, M. (2015). Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el Municipio de Fusagasugá. Fusagasugá, Colombia: Universidad de Cundinamarca.
- Ansorena, J., y Merino, D. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Escuela Agraria Fraisoro.
- APROLAB. (2007). Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú. Lima, Perú.
- Benítez Villalba, J. (2014). Comportamiento de contaminantes orgánicos en suelos agrícolas: estudio de los procesos de compostaje y enmendado de suelos. Universidad de Granada.
- Bernal, C. (2000). Metodología de la Investigación para administración y Economía. 1ª Edición. Colombia: Nomos.
- Bohórquez, W. (2019). El proceso de compostaje. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Cabrera, V. (2016). Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. Lima, Perú: Universidad nacional agraria la molina.
- Cajahuanca, A. (2016). Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos por medio de la utilización de Microorganismos eficientes en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chagalla. Huanúco, Perú: Universidad de Huánuco.
- Cegarra, J. (2016). Compost de desechos orgánicos y criterio de calidad del compost. Memoria del VII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia: Soc. Col. de la Ciencia del Suelo.

- Cevallos Chacón, E. (2020). Laboración de abonos orgánicos a partir de los residuos vegetales en la finca tóala león en la comunidad joá-jipijapa. Ecuador: universidad estatal del sur de manabí.
- Colque, M. (2017). Evaluacion Del Programa De Segregacion En La Fuente Y Recoleccion Selectiva De Residuos Solidos Domiciliarios De La Municipalidad De Tacna Entre El 2011y 2012. Tacna, Perú: Municipalidad De Tacna.
- Colque, M. H. (2017). Evaluacion del programa de segregacion en la fuente y recoleccion selectiva de residuos solidos domiciliarios de la municipalidad de tacna entre el 2011y 2012. tacna.
- CONAMA. (2006). Informe Final. Estudio Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana . Chile: Centro Nacional del Medio Ambiente.
- Cortez . (2020). Analisis de las características físico-químico de las etapas de la produccion de compost utilizando residuos de poda de jardinería del centro poblado callanca.
- Cuba, S. (2016). Manual de la Producción de Compost Orgánico.
- FAO. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gladys Jaramillo Henao, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en colombia . Colombia.
- Gonzales, J. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. Pereira, Colombia: Revista Gestión y Región.
- Jeniffer natalia camacho carrero, z. y. (2016). Alternativas de producción de abono organico a partir de. villavicencio.
- Labrador, J. (2001). La materia orgánica en los agrosistemas. 152 – 180. Madrid, España: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Lemus, A. (2001). ¿Qué se puede hacer con la basura? Compost y compostaje. Parte 1, 5-13.
- Lisseth, C. H. (2020). Analisis de las características físico-químico de las etapas de la produccion de compost utilizando residuos de poda de jardinería del centro poblado callanca . Chiclayo.

- López Núñez, R. (2018). Compostaje y materia orgánica del suelo. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Mamani, J. (2016). Influencia Del Uso De Microorganismos Eficientes En El Tiempo De Elaboracion Del Compost A Partir De Residuos Solidos Organicos En Tacna 2016. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- MAMANI, J. A. (2016). Influencia del uso de microorganismos eficientes en el tiempo de elaboracion del compost a partir de residuos solidos organicos en tacna 2016. tacna.
- Mendoza, M. (2012). Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Miguel, E. M. (2015). "Elaboración de un plan de segregación de residuos orgánicos para la producción de compost en el distrito de chancay – San marcos – Cajamarca 2015" .
- MINAM. (2017). Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano.
- MINAM. (2019). Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Perú: Resolución Ministerial.
- Molina, C. A. (2006). Estudio de factibilidad técnico-económica. Santiago-Chile.
- Navarro, P., y Moral, H. (1995). Residuos orgánicos y agricultura. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Opazo G, M. (2014). Manual para tratamiento integral de basuras: Producción de abono orgánico (compost) a partir de desechos sólidos domesticos. 58. Bogota, Colombia: Tecnología Apropiaada y Participación.
- Pacha, E. (2016). Aplicacion De Microorganismos Para Acelerar La Transformacion De Desechos Organicos En Compost. Ambato, Ecuador.
- Pacha, E. I. (2016). Aplicacion de Microorganismos para acelerar la transformacion de desechos organicos en compost. Ambato.
- Palmero, R. P. (2010). Elaboracion de compost con restos vegetales con el sistema tradicionales en pilas o montones.
- Pietro. (2003). Análisis térmico para la evaluación de evaluación de materia orgánica durante el compostaje aeróbico de residuos sólidos urbanos.

- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., & Pacheco, J. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Chile: Naciones Unidas .
- Sáenz, H. (2015). Diseño de un Programa de separación en la Fuente y Recolección selectiva de Residuos Sólidos Urbanos para el Cantón de Heredia. San José, Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.
- Santibáñez, C. (2002). Diseño y evaluación de una planta piloto de compostaje para el tratamiento de residuos de origen vegetal. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias.
- Sanz, A. (2016). Compostaje, análisis y caracterización de subproductos orgánicos de origen animal y comparación con el residuo en fresco. Escuela Politécnica Superior de Huesca.
- Tapia Gutiérrez, H. (2020). Análisis de prefactibilidad técnica-económica para el desarrollo del compostaje acelerado de residuos sólidos orgánicos. Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Tuesta, Y. (2012). Guía metodológica para el desarrollo del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. Perú.
- Ubillús, A. J. (2002). Compostación de los residuos sólidos orgánicos generados en Piura.
- Velasco, J. (2016). Emisión de amoníaco durante los procesos de compostaje y vermicompostaje: aspectos prácticos y aplicados. Agro Productividad,.
- Velásquez, G. A. (2015). Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

ANEXOS 1. PLAN DE SEGREGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO



PRESENTACIÓN

El presente plan propone solucionar los problemas de la gestión y disposición de los residuos sólidos del Mercado “Santa Rosa” en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, este plan tiene por finalidad producir compost de calidad, que será utilizado en los diversos por los conductores de puesto del mercado.

El plan incluye la caracterización de residuos orgánicos, el medio ambiente forma parte importante, reduciendo la cantidad de residuos sólidos enviados a los botaderos de la ciudad de Tacna y por lo tanto evita la pérdida deterioro del suelo, daños a la salud humana. y daños al medio ambiente por la falta de recolección de residuos.

Este Plan también proporciona pautas para la elaboración de compost, proceso de compostaje y separación de residuos orgánicos.

ANTECEDENTES

En los últimos años, se viene promoviendo Programas de Segregación de la fuente y recolección selectiva de Residuos Sólidos que buscan el aprovechamiento de los residuos orgánicos y así reducir el volumen de los residuos antes que estos terminen en el botadero.

El presente plan busca que los conductores de puestos y población este mas capacitada para el manejo adecuado de los residuos orgánicos que generan a través de actividades cotidianas, minimizando así la cantidad de desechos y separar los residuos sólidos que generan.

JUSTIFICACIÓN

Los residuos sólidos han ocasionado ambientes negativos por su disposición inadecuada y porque cada vez son más , asunto que está asociado del incremento de la población humana , a los procesos de transformación industrial y a los hábitos de consumo de los individuos , por ello en la actualidad se está trabajando en buscar una solución a este problema , el Plan de Segregación y producción de compost busca que los residuos orgánicos producidos por el mercado de abastos santa rosa puedan ser aprovechados .

A partir de la separación de los residuos se darán alternativas beneficiosas para el entorno. La producción de compost es amigable con el ambiente y de bajo costo lo que contribuye a la mejora de calidad de vida en un ambiente sano.

El Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa es uno de los distritos más grandes de la provincia de Tacna es el que más residuos generan. Este plan tiene como previsto principalmente sensibilizar a los conductores de puesto para que se contribuya con el adecuado, manejo de los residuos sólidos que son generados, ya que se busca reducir la huella ecológica, y alcanza el desarrollo sostenible.

El Plan de Segregación y producción de Compost propone incrementar el porcentaje de participación de los Comerciantes de Puesto.

NORMATIVIDAD

Constitución Política del Perú 1993

El Art 2° de la Constitución Política del Perú establece de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. El Art .194° de la Constitución Política del Perú, modificado por el Artículo Único de la Ley N° 28607, indica que las municipalidades provinciales y distritales son órganos de gobierno local que gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia.

Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972

El Art. 80 de la Ley en su inciso 2° indica las funciones específicas compartidas por las municipalidades provinciales .2.1 Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

Ley General del Ambiente N°28611

El Art.119° detalla sobre el Manejo de los residuos sólidos, 119.1 La gestión los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

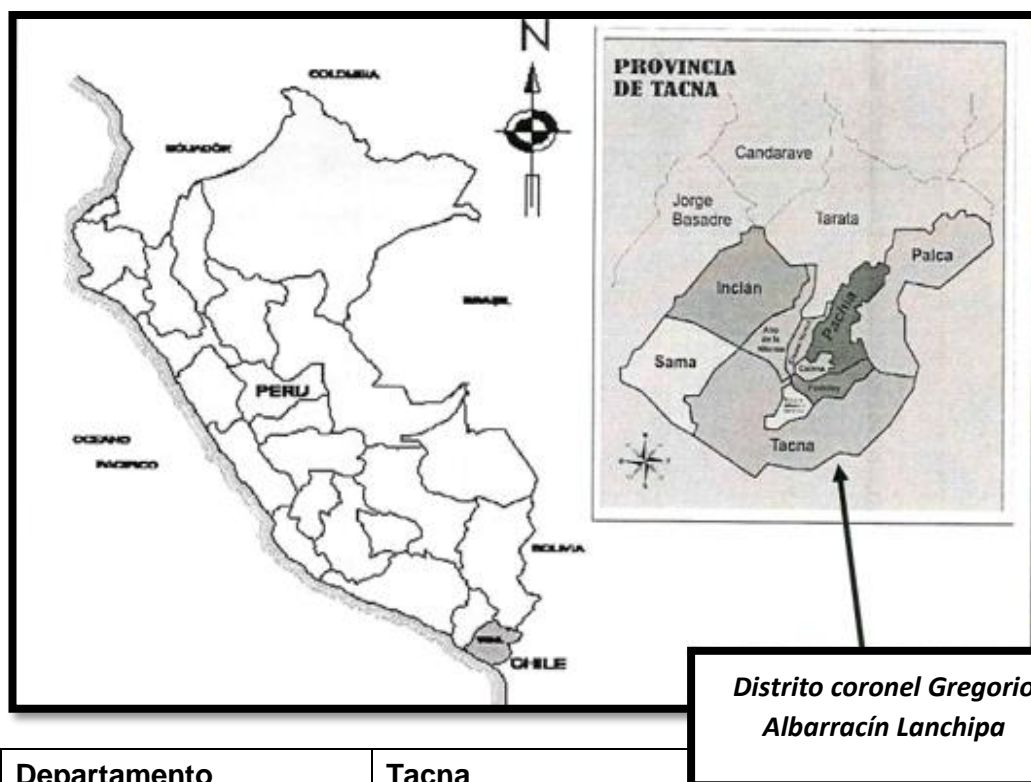
Decreto Supremo N°012-2009-MINAM -Política Nacional del Ambiente

Política Nacional del Ambiente, dentro del eje de la política 2 correspondiente a la gestión integral de la calidad ambiental, en lo referido a la gestión de los residuos sólidos, se establecen lineamientos de política que permitirán un eficiente tratamiento a los residuos sólidos de ámbito municipal, impulsando medidas para promover la minimización en su generación y el efectivo manejo y disposición final; realizando planes de gestión ,programas de segregación, promoviendo inversión pública y privada de proyectos afines, realizando campañas de educación y sensibilización ambientales; apropiados a los lugares determinados, etc.

UBICACIÓN GEOGRAFICA

En el distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa fue creado el 3 de febrero de 2001 a través de la promulgación de la Ley N° 27415 y pedido de las organizaciones sociales, que solicitaban la distritalización de uno de los distritos más grandes de la Provincia de Tacna.

Mapa de ubicación del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa



Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

En la actualidad, en el distrito tiene una extensión superficial de 187.74 aproximadamente el 1.2 % de extensión departamental y el 2.4% de la extensión total de la provincia de Tacna. Se localiza a una altitud de 560 m. s. n. m, posee una población de 110,417 Hab. Según datos obtenidos en el último censo del 2017.

OBJETIVOS

Objetivos General

Implementar un plan para la segregación en fuente de residuos orgánicos del mercado Santa Rosa de Lima del Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Objetivos Específicos

- Dar a conocer la importancia de la segregación de los residuos orgánicos, para la producción de compost.
- Elaborar un recojo planificado de los residuos orgánicos de los comerciantes de puestos del Mercado “Santa Rosa” del distrito coronel Gregorio Albarracín.

ESTRATEGIAS

Realizar un plan de segregación y capacitaciones a los conductores de los puestos del centro de abastos para el cambio de actitudes. En este plan se realizarán las siguientes actividades:

- Realizar capacitaciones de educación ambiental; a través de trípticos, donde se precisará la forma de segregación de residuos orgánicos y producción de compost.
- Elaborar un recojo planificado de los residuos orgánicos de los comerciantes de puestos del Mercado “Santa Rosa” del distrito coronel Gregorio Albarracín.
- Brindar envases con tapa a todos los participantes del Plan de segregación y producción de compost, esto ayudara a que todos los residuos orgánicos generados en el mercado sean aprovechados.

Plan de segregación en fuente de residuos orgánicos del mercado de Abastos Santa Rosa del Distrito de coronel Gregorio Albarracín

En el plan se involucran conductores de puestos del Mercado de Abastos se sugiere que se premien actitudes amigables con el medio ambiente. El plan estimulara a los conductores a separar sus residuos orgánicos durante su jornada de trabajo y así minimizar el volumen de los residuos.

DISEÑO TECNICO DEL PLAN

DETERMINAR EL NUMERO DE PUESTOS EN EL MERCADO DE ABASTOS SANTA ROSA

Es necesaria la participación de la mayoría de comerciantes de puestos

Puestos del mercado Santa Rosa

Puestos	Número de Establecimientos
Venta Frutas	10
Venta Verduras	42
Venta Jugos	21
Venta de pollo	35
Venta de Carne	28
Venta de Pescado	6
Venta de cosmético	14
Venta de Ropa	19
Venta de Comida	28
Venta de Abarrotes	24
Total	227

Fuente: Elaboración propia

Puestos que Participaron en la Segregación

Puestos	Número de Establecimientos
Venta Verduras	05
Venta Jugos	05
Total	10

Fuente: Elaboración propia

Es necesario ir incrementando la participación de los comerciantes de puestos del mercado de abastos y lograr la participación de los demás comerciantes de puestos sean parte del Plan de Segregación.

DETERMINAR LOS RESIDUOS ORGANICOS APROVECHABLES A SEGREGAR

Uno de los parámetros más importantes de los residuos orgánicos es la composición física, por lo que es necesario trabajar en base a los resultados obtenidos del Estudio de Caracterización de Residuos Orgánicos.

Tipo de Residuos orgánicos para el Plan de segregación

N°	Tipo de residuo orgánico
1	Cascara de frutas
2	Cascaras de verduras

DETERMINAR LA RUTA DE SEGREGACION (DESCRIPCION DE LA SEGREGACION)

El Plan de Segregación y elaboración de compost implementa el aprovechamiento de los residuos orgánicos desde su fuente de generación, donde los conductores de puestos son los principales actores de su desarrollo, a través de la separación u entrega de los recipientes con tapa para realizar la recolección, acondicionamiento.

Flujograma de la Ruta de la Segregación de residuos orgánicos



- a) **La segregación en la fuente;** es una técnica que consiste en la separación de los residuos orgánicos aprovechables, en el mercado Santa Rosa por los conductores del plan. El objetivo es lograr el compromiso de los comerciantes de puestos de los residuos orgánicos de participar activamente en el plan.

En esta etapa se realizan las siguientes actividades

1. Capacitar al personal /Educación Ambiental a los comerciantes de puestos del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín.

Educación Ambiental a los comerciantes del Mercado Santa Rosa



2. Implementar de identificación del personal (indumentaria de seguridad y fotochek).
3. Visitar puesto por puesto, para la capacitación, empadronar y registrar la entrega de recipientes vacíos.
4. Entregar los materiales de difusión del Plan.
5. Entrega los recipientes con tapa.

Actores Involucrados

- Personal Promotor /Dar las capacitaciones a los conductores de puesto
- Conductores de puesto en general

b) Recolección y transporte

El Tipo de recolección se realizará según los horarios establecidos

En esta etapa se realizan las siguientes actividades.

1° Implementa la identificación del personal (indumentaria de seguridad y fotochek)

2° Recolección de recipientes con tapa

3° Se traslada y carga de recipientes con tapa

4° Se traslada de recipientes para el acopio

Actores Involucrados

- Personal Promotor /Recojo de los recipientes con tapa
- Vehículo convencional

Procedimiento para el manejo de las muestras de recolección**a) Recolección**

Se entrega de recipientes con tapa de 20 kg, se estableció el horario para la recolección (6:00 am), el último día se debe informar a los comerciantes (participantes) que la fase de campo se concluyó.

b) Traslado

Las muestras recolectadas deben ser trasladadas en la unidad vehicular para el traslado, este procedimiento debe realizarse en cada punto en donde se entregaron los recipientes con tapas.

c) Descarga

Las muestras deben ser descargadas en el área designada

d) Descarga y acondicionamiento

Consiste en la implementación de un espacio de Acopio temporal, en una zona estratégica ya que facilita la recolección de los residuos orgánicos para realizar la clasificación, pesado, almacenado

En esta etapa se realizan las siguientes actividades:

1° Descargue el material orgánico

2° Segregación y Acondicionamiento del mal material orgánico

3° Registro del Peso del material orgánico

Procedimientos para la Caracterización de Residuos Orgánicos

1. Se debe informar a los comerciantes de puesto sobre la realización del estudio, se realizó la capacitación con materiales didácticos (trípticos) para informar.

Entrega de Tríptico Informativo



2. Se asigno un numero de muestras determinadas.
3. Se registro los datos de los comerciantes de puestos generadores de residuos orgánicos
4. Se debe consignar un código único que se colocara un sticker en el lugar visible de los puestos participantes para poder identificarlo.

Procedimiento para el análisis de las muestras

a) Pesaje

El pesaje debe realizarse en una balanza industrial por la cantidad.

b) Densidad de los residuos

La medición de densidad de residuos se realizó por tipo de generación

Paso 1: Verificar la cantidad de recipientes y los pesos anotados.

Paso 2: Contar con un cilindro de plástico de 200 litros con lados homogéneos, tomar las medidas de diámetro y altura.

Paso 3: Colocar el contenido de los recipientes en el cilindro de plástico, dejando un espacio de 10 cm de altura, para que nos permita la manipulación del cilindro.

Paso 4: Elevar el cilindro de 10 cm a 15 cm de altura y dejar caer. Repetir esta acción tres veces.

Paso 5: Medir la altura libre del cilindro.

Paso 6: Anotar los datos de la altura y los pesos de los recipientes.

Paso 7: Repetir el procedimiento con los recipientes restantes.

Composición de los residuos

El muestreo de los residuos sólidos debe realizarse en el lugar donde se realizó el pesaje.

Paso 1: Asegurar de contar con los equipos de protección personal.

Paso 2: Verificar que los recipientes se encuentren codificadas y separadas de acuerdo al tipo de generador y fuentes de generación de donde provienen.

Paso 3: Se vierten los residuos formando un montículo. Homogenizando la muestra, se trozan los residuos orgánicos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable

Paso 4: Se obtuvo un volumen de residuos orgánicos de tamaño regular

Paso 5: Segregar los residuos orgánicos de acuerdo a las fichas de registros de pesos

Paso 6: Pesar los recipientes que contienen los residuos segregados y registrar los datos de los pesos

Caracterización de los residuos del Mercado de abastos Santa Rosa (Primera Semana)

Parámetros\Tiempo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Peso de Residuo	20 kg	18 kg	17,6 kg	19 kg	19,4 kg
Volumen que ocupa el residuo	773	891,3	1 318	304,2	1 112,3
Densidad	0,02	0,025	0,015	0,062	0,02

Caracterización de los residuos del Mercado de abastos Santa Rosa (Segunda Semana)

Parámetros\Tiempo	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Peso de Residuo	18 kg	19 kg	19 kg	17 kg	17 kg
Volumen que ocupa el residuo	775,4	889,5	1 318,2	335,3	1 110,4
Densidad	0,03	0,023	0,013	0,068	0,022

PROGRAMAR EL HORARIO DE RECOLECCION

En el presente horario se les entregará a los conductores de puesto los recipientes con tapa en el horario de la mañana y se recogerá en el horario de la tarde los recipientes con los residuos.

Este horario se estableció de lunes a viernes (6:00 am a 13:00 del mediodía)

Frecuencia de Recolección de Residuos Orgánicos

Tiempo	L	M	M	J	V
Primera Semana	X	X	X	X	X
Segunda Semana	X	X	X	X	X

DESCRIPCION DE RECIPIENTES

Los recipientes a distribuir tienen el siguiente detalle:

- Recipientes con tapa de plástico de 20kg
- Bolsa de plástico transparente

DETERMINAR LAS ACTIVIDADES DE EDUCACION AMBIENTAL

La educación ambiental se trabaja de manera abierta para todos los conductores de puesto del mercado de abastos Santa Rosa en la zona seleccionada por el plan, sin discriminación de edad, se tiene como objetivo despertar el interés en la participación de segregación y producción de compost permitiendo brindar beneficios a los participantes.

Comunicación directa

- Trípticos
- Pegatinas de identificación de participantes del plan
- Visitas in situ a los puestos de los conductores

GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS DE LOS CONDUCTORES DE PUESTO (PARTICIPANTES)

Los conductores de puesto que participaron en el plan de segregación generan 20 kg/día es el promedio de materia orgánica generada, que son procedentes del Mercado de Abastos Santa Rosa de Lima.

Generación de residuos orgánicos de los conductores de puesto que participan en el Plan

Puestos que Participan	Número de Establecimientos	Promedio Kg /día
Venta Verduras	5	19
Venta de Frutas	5	18
Total	10	37

Recursos

Humanos: Los recursos humanos asignados encargados del recojo, traslado y posterior compostaje como se detalla a continuación:

Actividad	Recojo y Traslado de residuos orgánicos	Proceso de compostaje
PERSONAL	1	1
TOTAL	1	1

Recursos Logísticos:

Nº	Descripción	Cantidad
1	Recipientes con tapa o depósitos adecuados de 20 kg	05
2	Malla Rachel	02
3	Rastrillo	02
4	Polietileno negro (4m)	02
5	Cajas de madera (Compostera)	02
6	Cuchillos	02

Plan de actividades:

Objetivos y Metas

OBJETIVOS	METAS
Implementar el Plan de segregación en fuente de los comerciantes de puestos del distrito de Gregorio Albarracín.	Promover a un 100% segregación de residuos orgánicos adecuados para la obtención de compost
Elaborar compost de calidad a partir de los residuos orgánicos del mercado de abastos Santa Rosa de Lima del distrito de Gregorio Albarracín	Establecer un horario para la recolección de residuos orgánicos.

Costos estimados de los subprogramas del Plan de segregación de residuos orgánicos para la elaboración de compost.

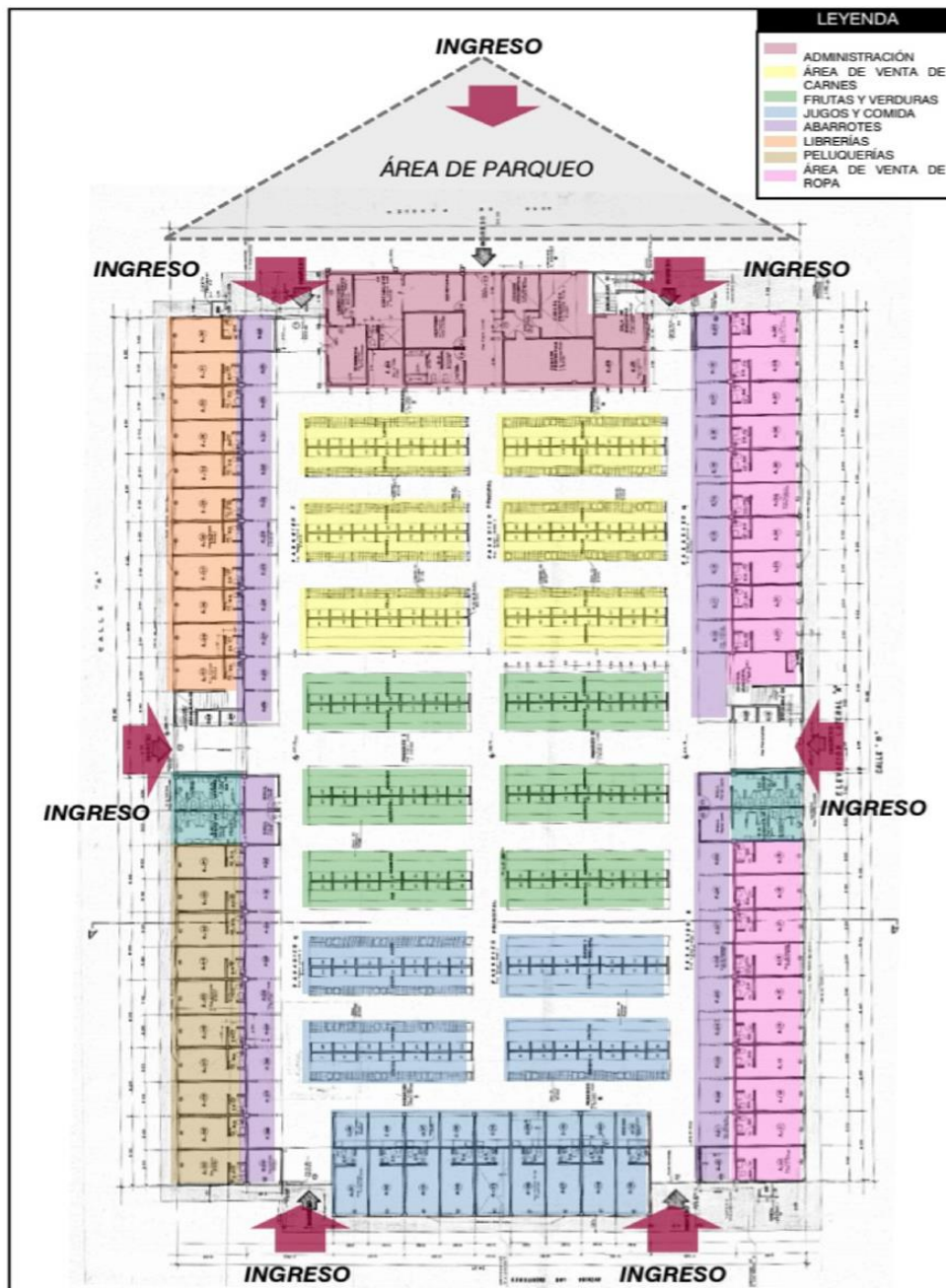
OBJETIVOS	SUBPROGRAMAS	COSTO	
Implementar el programa de segregación en fuente de los comerciantes de puestos del distrito de Gregorio Albarracín.	Entrega de trípticos con información de segregación y del proceso de compostaje.	S/	100.00
	Capacitación los comerciantes de puesto del mercado. Entrega de Recipientes o depósitos adecuados de 20 kg para el recojo de residuos	S/	100.00
Elaborar compost de calidad a partir de los residuos orgánicos del mercado de abastos Santa Rosa de Lima del distrito de Gregorio Albarracín	Adquisición de termómetros, tiras de control de PH.	S/	500.00
	Construcción y control de pilas de compostaje.	S/	150.00
	Cosecha de compost en empaques rotulados	S/	100.00
	TOTAL	S/ 1,100.00	

Cronograma de actividades

Mes									
Subprograma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Entrega de trípticos con información de segregación y del proceso de compostaje.	x	x							
Entrega recipientes con tapa.	x	x							
Adquisición de tiras de control de pH.		x	x						
Capacitación a los conductores de puesto del mercado.		x							
Construcción de pilas de compostaje.	x	x							
Cosecha de composte en empaques rotulados.							x	x	x

ANEXOS 2

PLANO DE UBICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PUESTOS DEL MERCADO SANTA ROSA DE LIMA



ANEXOS 3

IMÁGENES

Interior del Mercado Santa Rosa los conductores de puestos se encuentran laborando (10:00 am).



ANEXOS 4

TRÍPTICO INFORMATIVO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Residuos orgánicos

Clasificar los residuos para reutilizar los residuos orgánicos es una tarea útil y buena para la conservación de nuestro planeta. Los desechos orgánicos pueden utilizarse como abono, alimento para animales y para la generación de energía.

Sin gestión de los desechos, su vertido o quema perjudica la salud humana, daña el medio ambiente, afecta el clima, y dificulta el desarrollo económico en países.

El 35% de nuestra bolsa de basura se compone de materia orgánica, fundamentalmente restos de comida.

¿QUÉ SON LOS RESIDUOS ORGÁNICOS?

Los residuos orgánicos o biorresiduos domésticos son residuos biodegradables de origen vegetal o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial.

El impacto ambiental de los residuos orgánicos

Los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto medioambiental, pudiendo contaminar la atmósfera, el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas).

La solución no necesita de grandes tecnologías, ni inversiones millonarias. Se trata de aplicar planes de ahorro, aprovechamiento y reutilización, acompañados por adecuadas campañas formativas, que permitan el máximo rendimiento y la recuperación de todos aquellos materiales presentes en la basura.

ANEXOS 5

**ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DE PUESTO DEL MERCADO DE
ABASTOS SANTA ROSA**

Nombre y
Apellidos.....

Indicaciones: A continuación, se presenta una relación de ítems y las alternativas de ponderación, marca con un aspa (x) la categoría que consideras conveniente, o indica alguna cantidad, recuerda que no hay respuestas malas o buenas, además te aseguramos la reserva de las mismas.

1. Grado de instrucción:

Sin instrucción () Primaria () Secundaria () Técnica () Pedagógica

2. ¿Aproximadamente cuánto es el ingreso familiar al mes?

Menos de 200 nuevos soles () Entre 200 y 300 () Más de 300 ()

3. ¿Identifica adecuadamente los restos orgánicos e inorgánicos, en su domicilio?

SI NO

4. ¿Segrega o separa sus restos orgánicos de los inorgánicos en casa?

SI NO

5. ¿Sabe ud, que restos orgánicos se puede producir compost?

SI NO

6. ¿Cuánto residuo (en Kg) aproximadamente se genera diariamente en el Mercado? Menos de 10 kg entre 10 y 20 kg más de 20 Kg

7. ¿Qué residuos orgánicos, mayormente se genera en su Mercado? Restos de comida Cáscaras de frutas y verduras Restos de Vísceras otros

8. ¿Sabe Ud. que restos orgánicos son adecuados y cuales no son adecuados para elaborar compost?

SI NO

9. Participarías de un plan de segregación y entrega de residuos orgánicos para la elaboración de compost.

SI NO

10. ¿Segrega o separa sus restos orgánicos de los inorgánicos en casa?

Depósitos Capacitación Devolución de Compost

ANEXOS 6

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título:	Plan de segregación y producción de compost de residuos orgánicos provenientes del Mercado Santa Rosa en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2021						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables de estudio	Dimensiones	Indicador	Escala	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influye el Plan de Segregación de Residuos orgánicos en los comerciantes del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín, para la producción de compost?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la influencia de la aplicación de un Plan de Segregación de Residuos Orgánicos en los comerciantes del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La aplicación del plan de segregación influye en los comerciantes del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín en la segregación de residuos orgánicos para la producción de compost.</p>	<p>Plan de segregación de residuos orgánicos</p>	<p>Caracterización de residuos orgánicos</p> <p>Percepción de los conductores de puesto del mercado de abastos Santa Rosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●Cantidad de residuos ●tipo de residuos orgánicos que se generan. ●Generación per -puesto ●Características físicas (peso residuo, volumen, densidad) ●Identificación del tipo de residuo ●acciones de segregación ●Disponibilidad de participar en el plan de segregación 	<ul style="list-style-type: none"> ●Kg ●Nominal (cascara de frutas, cascara de verduras) ●Kg/puesto ●Kg, m3, g/ml ●Dicotómica(si/no) ●Dicotómica(si/no) ●Dicotómica(si/no) 	<p>Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales</p> <p>ficha de observación</p>
<p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cómo formular y aplicar un plan de segregación en los comerciantes del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín ● ¿Cuál es la caracterización de los residuos sólidos del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Formular y aplicar un plan de segregación en el mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín. ● Caracterizar los residuos sólidos del mercado Santa Rosa del Distrito Gregorio Albarracín para la producción de compost. 	<p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se formula y aplica un plan de segregación en los comerciantes del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín. • Los comerciantes del mercado Santa Rosa del distrito Gregorio Albarracín caracteriza los residuos sólidos para la producción de compost 	<ul style="list-style-type: none"> ● Producción de compost 	<ul style="list-style-type: none"> ● Controles físicos ● Controles químicos 	<ul style="list-style-type: none"> ●Temperatura ● Humedad ●pH 	<ul style="list-style-type: none"> ●°C ● Humedad ●pH 	<ul style="list-style-type: none"> ●Termómetro ●Diferencia de peso /gravimetría ●Tiras de pH