



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ELABORACIÓN DE UN SISTEMA ELECTROMECHANICO QUE EMPLEA CASCARAS PARA GENERAR COMPOST EN HORAS, 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Cesar Ivan Sandoval Arias

Asesor:

Mg. Flor Rosana Pérez Briones

ORCID 0000-0002-3143-910

Lima-Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ALBERTO SANTIAGO PALACIOS
	MIÑANO
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	RONALD HUGO ROSALES MEZA	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	FLOR ROSANA PEREZ BRIONES	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

turnitin Página 2 of 29 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega tmcoaid::1:3111399467




18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre y hermanos quienes han sido un gran soporte durante este camino a la superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesora que siempre en todo momento me brindo su experiencia y talento, me alentó a seguir mejorando, solventando mis dudas en cada etapa de la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
------------------------------	----------

INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1 Realidad problemática	10
1.2 Justificación.....	14
1.3 Bases teóricas	17
1.4 Formulación del problema.....	21
1.5 Objetivos.....	21
1.6 Hipótesis	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
2.1 Diseño.....	22
2.2 Enfoque.....	22
2.3 Método	22
2.4 Tipo de investigación	22
2.5 Variables de estudio y operacionalización de las variables	23
2.6 Población	24
2.7 Muestra.....	24
2.8 Materiales, instrumentos y métodos	24
2.9 Aspectos éticos	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS	30

3.1	Resultados de diseño.....	30
3.2	Resultado del montaje	35
3.3	Seguimiento al proceso de compostaje dentro del sistema electromecánico.....	40
3.4	Resultados de calidad del compost producido	41
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		45
4.1	Discusión.....	45
4.2	limitaciones.....	47
4.3	Implicancias	48
4.4	Conclusiones.....	48
REFERENCIAS		50
ANEXOS		54
ANEXO 1. Deshidratador de alimentos		54
ANEXO 2. Picador triturador eléctrico de alimentos		55
ANEXO 3. Cuchillas.....		56
ANEXO 4. Rodamiento.....		57
ANEXO 5. Tapón CPVC hembra, placa de metal y tornillos con tuercas.....		58
ANEXO 6. Residuos orgánicos utilizados en las pruebas y acelerador		59
ANEXO 7. Medida de las RPM del motor con tacómetro láser.....		60
ANEXO 8. Medición de pH		61
ANEXO 9. Matriz de consistencia.....		62
ANEXO 10. Ensayos de laboratorio		63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Definición de variables.....	23
Tabla 2	Operacionalización de las variables	23

Tabla 3 Standares a cubrir	27
Tabla 4 Montaje del eje	35
Tabla 5 armado del tanque, recipiente colector y tapa	36
Tabla 6 Precio de los componentes	39
Tabla 7 resultados de pH medidos a intervalos de una hora	40
Tabla 8 Ensayos realizados.....	42
Tabla 9 Resultados de laboratorio	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz morfológica	30
Figura 2 Matriz Pugh para selección de picatodo	31
Figura 3 Matriz Pugh para selección de Deshidratador.....	32
Figura 4 Matriz Pugh para selección de cuchillas	32
Figura 5 Matriz Pugh para selección de cojinete.....	33

Figura 6 Matriz Pugh para selección de tapón CPVC.....	33
Figura 7 Matriz de Pugh para selección de aro de acero inoxidable.....	33
Figura 8 Sistema electromecánico.....	37
Figura 9 Variación de pH.....	41
Figura 10 Compost obtenido para analizar en laboratorio.....	41
Figura 11 Patógenos eliminados.....	42

RESUMEN

Cada año se generan cantidades ingentes de residuos orgánicos provenientes de los hogares, muchas veces estos residuos no se pueden disgregar adecuadamente, o simplemente el proceso de disgregación es tardado debido a que este material orgánico se ha mezclado con otros materiales que no se pueden utilizar. Esta es la razón por la que el trabajo de investigación planteó el construir un sistema electromecánico que tenga la capacidad de producir compost con cascaras en horas. Al recolectar las cascaras de cocina,

se ayudó con el problema de la disgregación. El diseño fue experimental, con método hipotético-deductivo, de tipo aplicado. Concluyendo que, el sistema electromecánico construido fue capaz de producir compost en horas; este fue montado con un hardware existente, complementado con *Saccharomyces cerevisiae*, como acelerador del proceso de compostaje; el compost obtenido fue de calidad intermedia. Se sugiere realizar más pruebas con la maquina operando más de 10 horas, con la finalidad de comprobar si es suficiente con 10 horas para obtener un compost maduro, además de realizar más pruebas con otros tipos de cascaras generados en la cocina, para averiguar con cuales se puede obtener una mejor calidad de compost.

PALABRAS CLAVES: Compost, Sistema electromecánico, Residuos orgánicos, Cascaras.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.050 millones de toneladas de desperdicios alimentarios (incluidos los restos no comestibles) fue lo que se generó el año 2022, lo que supone 132 kilogramos por persona y aproximadamente una quinta parte de todos los alimentos disponibles para el consumo humano. El 60% de los alimentos desperdiciados en el año 2022 corresponde a los

hogares. (*El mundo desperdicia más de 1.000 millones de platos de comida al día - informe de la ONU, 2024*)

Esta pronosticado que para el 2050, lo que se produzca en residuos sólidos urbanos será 3800 millones de toneladas, esta cantidad representa 1700 millones más de las toneladas de residuos producidas el año 2023. El costo directo en el mundo de la gestión de residuos sólidos en el año 2020 se valoró en 252000 millones de dólares, este valor se eleva a 361000 millones de dólares si consideramos los costes asociados a la mala salud, contaminación, el cambio climático que guardan relación con una metodología inapropiada de los desechos. Podríamos llegar a 640300 millones de dólares en gastos de gestión de residuos para el año 2050 siempre que no se tomen las medidas correspondientes desde ahora. (Environment, 2024)

La org World Wildlife Fund menciona lo siguiente:

Hoy en día, un tercio de toda la comida producida en el mundo se desperdicia. Eso equivale a alrededor de 1,300 millones de toneladas de frutas, verduras, carne, lácteos, mariscos y granos que se malogran en la granja, se pierden, se estropean durante la distribución o se tiran en los supermercados, restaurantes y las cocinas de los hogares. También es suficiente alimento como para alimentar, varias veces, a todas las personas con problemas de desnutrición en el mundo.

Pero el desperdicio de alimentos no es solo una preocupación social o humanitaria, sino ambiental. Cuando desperdiciamos alimentos, también desperdiciamos toda la energía y el agua que se requieren para cultivarlos, cosecharlos, transportarlos y empacarlos. Y si los alimentos llegan a parar en el vertedero y se pudren, producen metano, un gas de efecto invernadero aún más potente que el dióxido de carbono. El desperdicio de alimentos genera

aproximadamente el 8% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero ocasionadas por el hombre. Solo en Estados Unidos, la producción de alimentos perdidos o desperdiciados genera el equivalente en emisiones de gases de efecto invernadero a 43 millones de automóviles. (*Evita el desperdicio. Luchemos contra el cambio climático.*, s. f.)

La multinacional energética y petroquímica española Repsol S. A informa lo siguiente:

Más de la mitad de la población vive en las ciudades, que son responsables ya del 70% del desperdicio en el mundo y en ellas se consume casi el 80% de la energía mundial. La mala gestión de los desechos orgánicos impide, por un lado, su aprovechamiento (como en el caso de los combustibles renovables) y, por otro, puede afectar al medioambiente de diversas maneras:

Generación de gases de efecto invernadero: cuando los residuos orgánicos se acumulan y descomponen en vertederos o en condiciones anaeróbicas producen metano, un gas de efecto invernadero que, debido a su estructura, atrapa más calor en la atmósfera por molécula que el dióxido de carbono. El metano es el responsable de aproximadamente el 30 % del calentamiento global desde la época preindustrial.

Contaminación del agua y del suelo: si los residuos orgánicos no se gestionan adecuadamente, pueden filtrarse en las masas de agua, contaminando ríos, lagos y acuíferos subterráneos. Además, su acumulación sin control sobre el suelo perjudica los nutrientes naturales y afectar de forma negativa a la calidad de las tierras de cultivo.

Generación de malos olores y plagas: los residuos orgánicos en descomposición producen olores desagradables que, a su vez, atraen plagas de insectos y de animales como las ratas, los ratones o las aves. Esto puede generar gérmenes en la zona y ser el foco de enfermedades infecciosas.

Pérdida de recursos: los residuos orgánicos contienen nutrientes valiosos que se pueden utilizar como fertilizantes naturales o como base para generar fuentes de energía renovables. Si no se aprovechan adecuadamente, se pierde la oportunidad de recuperar y reutilizar estos recursos.

Impacto en la biodiversidad: la mala gestión de los desechos orgánicos tiene consecuencias negativas para la biodiversidad. Por ejemplo, la contaminación del agua afecta directamente a los ecosistemas acuáticos provocando que diversas especies endémicas se pierdan. (*Residuos orgánicos*, s. f.)

La nación peruana genera por año un promedio de 8 450 715 toneladas de residuos sólidos municipales. La parte que corresponde a los residuos sólidos inorgánicos y orgánicos es 6559570 toneladas. (*Más de 148 500 toneladas de residuos sólidos municipales son valorizados en el país*, s. f.)

Los residuos orgánicos son los que provienen de la maleza y poda como los restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares, así como de los residuos de alimentos como las cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros. Estos representan el 56 % de los residuos que se generan en el país. (*Esto debes saber sobre los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables*, s. f.)

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación teórica

Esta investigación sigue los lineamientos presentes en la economía circular porque busca reducir el consumo de recursos y la generación de residuos, este modelo económico se basa en la reutilización, reparación, reciclaje y recuperación de materiales, además de ello este estudio también pretende aportar conocimiento acerca del proceso de formación de compost en un tiempo acelerado empleando máquinas para controlar la temperatura, el tamaño de partícula.

1.2.2 Justificación practica

La investigación se enfocó en hacer uso de las cascaras, dada la cantidad enorme que todavía no se procesa, además de ello, este sistema electromecánico una vez operando contribuye en la reducción de residuos orgánicos que van a vertederos, así de esta manera se está ayudando con la disminución de los gases de efecto invernadero.

1.2.3 Justificación metodológica

Se realizo un estudio experimental para poner a prueba la eficacia del sistema electromecánico en la obtención del compost procesando cascaras y usando agente acelerador de compost levadura *Saccharomyces* a temperatura constante, con volteo manual y el monitoreo de las propiedades organolépticas.

1.2.4 Justificación social

Este equipo puede ser una herramienta útil para promover la educación ambiental fomentando practicas sostenibles en los hogares. Este proyecto podría ser el inicio de un nuevo modo de gestionar los residuos orgánicos en los hogares para producir abono.

1.2.5 Fundamentos en estudios precedentes

A continuación, se presentan algunos antecedentes que son la base sólida de la investigación con la intención de poner en contexto y justificar la elección del tema.

Acosta (2016) en su trabajo “*Diseño de una máquina doméstica automática para generar compost a partir de residuos orgánicos*”, planteo el uso de un controlador Arduino para automatizar el proceso de composta tomando en cuenta factores como temperatura y capacidad. El resultado obtenido, se alcanzó un compostador domestico automatizado, el aporte de este antecedente es que brindo un modelo que ejemplifica la estructura básica de funcionamiento de este tipo de máquinas.

Saavedra (2023) en su trabajo “*Diseño del prototipo de un compostador domestico*” en el que se propuso diseñar un compostador domestico que brinde compost en pocos días, para lo cual planteo la automatización con microcontroladores para algunos procesos, teniendo en cuenta el control de las variables de humedad y temperatura. Teniendo como resultado que la fase termófila del proceso de compostaje se podía iniciar en menos tiempo con el apoyo de una lampara calentadora. El aporte de esta tesis evidencio la importancia de la variable temperatura en la obtención de compost en menos tiempo.

Guerrero (2013) en su trabajo “*Diseño, construcción y operación de una compostera doméstica para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Quito*” en el cual se logró construir la compostera, en el diseño consideraron que el sistema debía ser hermético para evitar fuga de olores y colocaron fibra de vidrio y resina poliéster en las paredes internas del armazón para evitar la trasferencia de calor al exterior, además de ello se encargó de neutralizar el pH con polvo para hornear al inicio del vertido de los residuos orgánicos dentro de la máquina. El resultado obtenido fue un compost de mayor calidad. La tesis aporta una alternativa más para la obtención de compost en menor tiempo mediante el polvo de hornear como acelerador de compost.

Ayala (2014) en su tesis “*Prototipo de un compostador de uso doméstico automatizado con Arduino*”, el objetivo principal fue elaborar un compostador

automatizado para tratar los residuos orgánicos de uso doméstico, el estudio empleo un software para controlar los componentes electrónicos que forman la máquina de composta, el prototipo desarrollado resalta la capacidad de remplazar en ciertas actividades al ser humano como es la medición de la temperatura y humedad las cuales de acuerdo con cierto valor establecido pueden activar algunos componentes de la máquina de compostar que ayudan a descompactar el compost y/o suministrar agua para mantener la humedad necesaria. El resultado es un prototipo en el cual se puede procesar 1.5 kilos de residuos orgánicos. El aporte de la investigación mostró la importancia de saber la capacidad de desechos compostables que se pueden usar para que el motorreductor funcione adecuadamente.

Arrigoni (2016) en su tesis “*Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala*”, su objetivo principal fue evaluar la optimización de esta máquina para obtener un compost de calidad agronómica en climas fríos. El resultado de su investigación mostros que en condiciones desfavorables se podía obtener compost, concluyendo que se podía obtener mejores resultados con el tratamiento de residuos de comedor. El aporte de esta tesis mostró que es viable obtener compost de buenas características con residuos domésticos, el cual puede ser aplicado en la agricultura.

Para Arellano y Colan (2023) en su tesis “*Evaluación de compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de breña, 2022*” el objetivo principal fue evaluar la calidad del compost, el resultado para el uso del método Takakura para acelerar la formación de compost y en consecuencia obtenerlo en menor tiempo, logro el resultado de calidad acorde con los parámetros de la OMS. El aporte mostró que la implementación de aceleradores de compost influye de manera positiva en la calidad del compost.

Rivera et al (2020) con el “*Proceso de compostaje por Saccharomyces cerevisiae en una institución educativa en el Perú*” verifico la relación entre la aplicación del microorganismo y la aceleración en el proceso de compostaje. Los resultados de las pruebas biológicas han demostrado que este fue un proceso inocuo. El aporte de esta investigación demostró la viabilidad de usar levadura como agente acelerador en el proceso de formación del compost.

Rosales y Taipe (2021) en su tesis “*Revisión sistemática de la aplicación de aditivos sobre la producción de compost domestico*”, presentaron la descripción de la aplicación de aditivos sobre la producción de compost doméstico, el aporte fue importante porque presentó de manera sistematizada los aditivos que se pueden usar para acelerar la formación de compost y así seleccionar el mejor aditivo, teniendo en cuenta la materia orgánica con la que se quiere formar compost.

Por todo lo anteriormente mencionado se ha decidido la creación y montaje de un sistema electromecánico que tenga la funcionalidad de operar con cascaras de verduras, hortalizas entre otros para obtener compost en horas.

1.3 Bases teóricas

1.3.1 Sistema electromecánico

Los dispositivos electromecánicos como potenciómetros, motores y generadores transforman señales eléctricas en movimientos rotacionales o viceversa. Esta sección presenta cómo se pueden deducir modelos para estos sistemas. Un potenciómetro tiene como entrada un movimiento rotacional y como salida una diferencia de potencial. Un motor eléctrico tiene como entrada una diferencia de potencial y como salida un movimiento rotacional de su eje. Un generador tiene como entrada el movimiento rotacional de su eje y como salida una diferencia de potencial. (Bolton, 2017)

1.3.2 La máquina eléctrica

Dispositivo que tiene la capacidad de transformar la energía mecánica en eléctrica, y tiene por nombre generador, pero también es maquina eléctrica la que es capaz de funcionar de modo inverso, es decir transformando la energía eléctrica en mecánica y se le llama motor. (*MAQUINAS ELECTRICAS*, 2012)

1.3.3 Árboles y ejes

Comprenden elementos de sección transversal circular en su mayoría, operan sosteniendo piezas que giran solidariamente o entorno a ellos. Las ruedas dentadas, poleas y piñones se encuentran montadas sobre ejes y árboles, para su funcionamiento con cadena, acoples y rotores. Los ejes no tienen la capacidad para transmitir potencia y algunos pueden girar o ser estáticos, mientras que los árboles o flechas son elementos que giran soportando pares de torsión y transmitiendo potencia. (Vanegas Useche, 2018).

1.3.4 Cascara

f. Corteza o cubierta exterior de los huevos, de varias frutas y de otras cosas.(AS ALE & RAE, s. f.)

Cascara de papa

La cáscara de papa, un residuo común en nuestros hogares es también un recurso valioso en la jardinería y la agricultura. Se trata de un producto que está cargado de nutrientes esenciales que la convierten en un excelente abono orgánico. Además, durante su descomposición, genera calor, lo que favorece el proceso de compostaje y aporta múltiples beneficios tanto al suelo como a las plantas.(Espectador, 2024).

Cascara de zanahoria

Dichas verduras son ricas en vitaminas y minerales(*¿Qué cáscaras de alimentos sirven para elaborar abono para tus plantas?*, s. f.)

Cascara de habas

Enriquece el suelo, con relación a los abonos verdes, las habas, vicias, avena y otras especies se pueden usar, lográndose grandes efectos positivos en las condiciones físicas. El mejor efecto de estos abonos verdes se logra incorporándose al suelo en estado verde(Sierra B. & Rojas W., 2003)

Cascara de arvejas

Se obtuvo un abono con parámetros de calidad dentro de la norma técnica NTC 5167 de productos para la industria agrícola(Enríquez, 2019)

Cascara de plátanos

Si se cortan en pedazos pequeños, se pueden agregar directamente al suelo, es una rica fuente de potasio que influye positivamente en el crecimiento de las plantas y el desarrollo de los frutos.(¿CÓMO HACER UN ABONO ORGÁNICO CON CÁSCARA DE PLÁTANO, CÁSCARA DE HUEVO, 2022)

1.3.5 El compost y los beneficios del proceso de compostaje

La FAO en su publicación de manual de compostaje menciona que el compost es el producto de la mezcla de la materia orgánica en descomposición en condiciones aerobias, este proceso es utilizado para tratar a los suelos y estos no pierdan su fertilidad dado que mejoran las propiedades físicas del suelo para la siembra, reduciendo el riesgo de erosión, regulando la humedad, también las propiedades químicas del suelo mejoran debido al aporte de (P)fosforo, (N) nitrógeno, (P) potasio y micronutrientes, a su vez la actividad biológica también se ve beneficiada por las bacterias y hongos que transforman los materiales insolubles presentes en el suelo en nutrientes para las plantas.(*Manual de compostaje del agricultor FAO*, 2015)

1.3.6 Fases del proceso de compostaje

Jaramillo, 2005 citado por Cabrera y Rossi (2016) mencionó que el proceso tiene 4 fases:

- **Mesófila:** Se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, estas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables, lo que modifica la temperatura del ambiente en más o menos 40 grados Celsius.
- **Termófila:** aquí la temperatura se eleva de 40 a 60 grados Celsius, desaparecen los organismos mesófilos y empieza la degradación por parte de los organismos termófilos, para la reducción o supresión de los patógenos los primeros 6 días deben estar sometida a temperaturas por encima de los 40 grados Celsius. En esta fase también mueren muchos microorganismos importantes para la formación del compost y otros no desarrollan debido a la esporulación, se degradan proteínas, hemicelulosa, ceras, en estas condiciones también se desarrollan bacterias formadoras de esporas y actinomicetos.
- **Enfriamiento:** empieza a disminuir los grados hasta llegar a la temperatura ambiente, aquí ya no hay presencia de hongos y el proceso queda a cargo de los organismos esporulados y actinomicetos, además la celulosa es degradada por los hongos termófilos que no perecieron por estar en las zonas menos calientes.
- **Maduración:** se puede interpretar como un complemento final de las fases durante la fermentación, aquí disminuye la actividad metabólica, en esta fase el producto está más o menos 20 días.

En base a la problemática reconocida, se propone esta investigación para contribuir con la comunidad para preparar compost en horas empleando cascaras.

1.4 Formulación del problema

¿El sistema electromecánico será capaz de emplear cascaras para generar compost en horas?

Pregunta especifica 1

¿Cuáles son las piezas de hardware que serán necesarias para montar sistema electromecánico, dimensiones, capacidad, fuente de energía?

Pregunta especifica 2

¿Cuál será la calidad del compost obtenido?

1.5 Objetivos

Construir un sistema electromecánico que tenga la capacidad de generar compost en horas con cascaras.

Objetivos específicos

- Investigar y seleccionar el hardware necesario para montar el sistema electromecánico, dimensiones, capacidad, fuente de energía.
- Analizar la calidad del compost obtenido

1.6 Hipótesis

El sistema electromecánico es capaz de producir compost en horas empleando cascaras.

Hipótesis específicas

Hipótesis específicas 1 El hardware que se necesita es un sistema de deshidratador, motor con cuchilla de aspas y un activador o acelerador de proceso de compostaje.

Hipótesis específicas 2 La calidad de compost obtenido será intermedia.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Diseño

El diseño fue experimental:

Para los investigadores educacionales, el experimento es una técnica de verificación de hipótesis que consiste, en lo fundamental, en la implementación de una situación artificial, ex-profesamente preparada para la manipulación de una o más variables independientes, el control de variables extrañas, la observación, medición, análisis e interpretación de los resultados (Ñaupas et al., 2014,p.331).

2.2 Enfoque

Fue cuantitativo. La investigación cuantitativa es comprendida como aquella según la cual se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Estudia la asociación o relación de asociación o correlación entre las variables, la generalización y objetivación de los productos objetivos del manejo de una muestra con el fin de inferir resultados aplicados a toda la población de la cual procede esa muestra (Palella S. y Martens F, 2012 citado por Murillo Naranjo et al., 2023)

2.3 Método

Se aplicó el método teórico Hipotético-deductivo. El método parte de una premisa, hipótesis, establecida por un sistema de teorías construidas por pruebas empíricas, se arriba a particularidades, que permite hacer nuevas relaciones y llegar a conclusiones a inferencias de los hechos que valida la hipótesis (Perez, G. Garcia, G. Nocado de león, I. & Garcia, M. s.f citado por Babativa Novoa, 2017).

2.4 Tipo de investigación

De acuerdo con el propósito es de tipo aplicada,” también denominada activa o dinámica y se encuentra ligada a la pura o básica, porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos” (Tamayo, 2003 citado por Continental, 2017).

2.5 Variables de estudio y operacionalización de las variables

En las tablas 1 y 2 se presenta el desglose del apartado 1.6 para su mejor comprensión.

Tabla 1

Definición de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
VARIABLE INDEPENDIENTE	Según Torres (2016) “se denomina variable independiente a todo aquel aspecto, hecho, situación, rasgo, etcétera, que se considera como la causa de una relación entre variables” (p.186).
VARIABLE DEPENDIENTE	Para Hernández Sampieri et al.(2014) “La variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella” (p.131).

Tabla 2

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema electromecánico	Sistema electromecánico diseñado para acelerar el proceso de compostaje de cascaras de frutas, vegetales y tubérculos, mediante la aplicación de calor y aireación en un tiempo determinado.	Capacidad	• Cantidad máxima de cascaras procesadas.	Kg
		Tiempo	• Tiempo de procesamiento	Horas
		Potencia	• Consumo de energía en vatios por hora	Kw/h
VARIABLE DEPENDIENTE Compost	La calidad del compost será medida mediante la norma NTP 201.208:2021.	Parámetros físicos - químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Temperatura • Conductividad eléctrica. • pH. 	<ul style="list-style-type: none"> % °C µmho/cm Adimensional

FERTILIZAN
TES

2.6 Población

La población seleccionada para el proyecto fue las cascaras, porque esta es la materia principal con la que se pretendió obtener compost en horas usando el sistema electromecánico.

2.7 Muestra

Se seleccionaron las cascaras de algunas frutas y tubérculos, como muestra representativa.

Composición de la muestra

Cascaras	Peso - primera alimentación	Peso - segunda alimentación	Peso - tercera alimentación
Cascara de habas	436gr	426gr	379gr
Cascara de arveja	207gr	136gr	207gr
Cascara de papa	379gr	101gr	212gr
Cascara de zanahoria	101gr	207gr	45gr
Cascara de plátano	38gr	41gr	103gr
Acelerador de compost	100gr	100gr	100gr

2.8 Materiales, instrumentos y métodos

2.8.1 Matriz morfológica

Se utilizó la herramienta Matriz morfológica, ya que uno de sus usos es en la creación de nuevos productos, se colocó las funcionalidades que necesitaba tener el sistema electromecánico, y se establecieron alternativas de componentes que podían desarrollar dichas funciones.

2.8.2 matriz de Pugh

Una vez definido los componentes del sistema electromecánico, se utilizó la matriz de Pugh con el fin de comparar y evaluar las diferentes opciones que ofrece el mercado peruano para cada componente.

Escala de cumplimiento del 1 al 5

1. Nulo cumplimiento
2. Poco cumplimiento
3. Regular cumplimiento
4. Mucho cumplimiento
5. Excelente cumplimiento

2.8.3 Materiales para el diseño

- Artículos de oficina, hojas bond, lapiceros
- Computadora
- impresora

2.8.4 Materiales para el sistema electromecánico

- 1 deshidratador de alimentos
- 1 picador triturador eléctrico de alimentos
- 1 cojinete de bolas WHB metálico ref. 6303 ZZC3
- 1 tapón de cpvc

2.8.5 Insumos para formar compost

- Materia orgánica: cascara de habas(1241gr), arveja(550gr), papa(692gr), zanahoria(353gr), plátano(182gr).
- Acelerador de compost: 500 gr de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

2.8.6 Instrumentos de medición

- balanza

- Multímetro portátil
- tacometro

2.8.7 Instrumentos de recolección de datos

- Observación, la investigación propuso el montaje del sistema electromecánico en un ambiente simulado.
- Pruebas fisicoquímicas de laboratorio, se contrató a servicio especializado aprobado por Inacal para realizar las pruebas de: color, nitrógeno amoniacal, solidos totales, materia orgánica, solidos volátiles, carbono orgánico total, material extraíble por n hexano, humedad, conductividad.

2.8.8 Instrumentos de análisis de datos

Microsoft 365 de suscripción, este permite organizar, analizar y visualizar datos

2.8.9 Procedimiento para determinar el consumo eléctrico

Para el desarrollo de este tema se investigó el consumo energético del sistema electromecánico mientras está en funcionamiento, con la obtención de los kilowatts-hora se podrá obtener el precio que se debe de pagar a las empresas prestadoras de servicios como Pluz Energía por el tiempo de uso. (*Conociendo las tarifas, s. f.*)

2.8.10 Procedimiento de acondicionamiento de las cascaras para su utilización en el sistema electromecánico

2.8.10.1. Peso y volumen de las cascaras a tratar en el sistema electromecánico

Las cascaras se pesaron con la finalidad de establecer la capacidad máxima con la que puede trabajar además de ello también fue importante considerar el volumen que puede aceptar el sistema. Se realizaron las pruebas con cascaras de habas, arveja, papa, zanahorias y cascara de plátano con pesos de 436gr, 207gr, 379gr, 101gr, 38gr

respectivamente y 100gr de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la primera prueba. Posteriormente se tuvo que realizar este proceso en 2 ocasiones más con cantidades de 911gr y 946gr de cascaras con la misma cantidad de levadura en las 3 ocasiones para poder obtener la cantidad de 900gr de compost que era la cantidad mínima que acepto el laboratorio para realizar los ensayos (Anexo N° 6)

2.8.10.2. Picado de las cascaras

De manera similar al trabajo realizado por (lópez et al,2001 citado por Su García, 2020,p.10) Una vez pesadas las cascaras seleccionadas se cortaron en finos pedazos para ser colocadas dentro del sistema electromecánico, teniendo cuidado de no compactar la materia dentro del recipiente.

2.8.10.3. Adición de levadura como acelerador de compost

Debido a que la corriente de aire caliente fluye de abajo hacia arriba, la capa inferior de materia orgánica es la primera en reaccionar, en tanto que en la capa superior la reacción es tardía, para acelerar el tiempo de reacción en esta capa se adicionó en total 100gr levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) el cual ha sido utilizado como acelerador del proceso de compostaje, se alimentó con cascaras 3 veces al sistema electromecánico por lo que en total se utilizó 300gr de levadura.

2.8.11 Procedimiento para el análisis del compost resultante

Para evidenciar la validez o no validez de la hipótesis que es poder producir compost en horas con el sistema electromecánico, el compost obtenido con este sistema paso por ciertos procesos físico, químicos además de las pruebas organolépticas que indica la NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES.

Tabla 3
Standares a cubrir

Ensayo
Color

Nitrógeno amoniacal
Solidos totales
Materia orgánica
Solidos volátiles
Carbono orgánico total
Material extraíble por N hexano
Humedad
Conductividad
pH

2.9 Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación siguió los lineamientos del código de ética para la investigación científica en UPN, el cual establece los deberes y responsabilidades de estos con la finalidad de asegurar la integridad de personas y animales que estén involucradas durante el proyecto de investigación. Por último el código de ética busca garantizar la confidencialidad de los resultados, velar por el derecho de los autores y su propiedad intelectual. (*Recurso 1 (Código Ética) - CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN UPN Aprobado con - Studocu, s. f.*)

Acorde con lo mencionado anteriormente se presentan los aspectos éticos considerados en la presente investigación.

- **Cumplimiento de la norma APA.** Estas pautas universales son usadas para facilitar la compilación de información de una manera comprensible y legible
- **Cuidado de la naturaleza.** aplicando mi conocimiento para proteger los recursos naturales.
- **Trasparencia.** Mostrando los datos que puedan ayudar en un futuro, si es que se desea replicar el proyecto y/o mejorarlo.
- **Objetividad.** No dejándome influenciar por terceros ni dejando que mi opinión altere de alguna forma los resultados.

- **Respeto a la propiedad intelectual.** Citando correctamente a las fuentes como son los autores, autoridades, organismos internacionales, etc.
- **Honestidad.** Publicando los logros, de la investigación y limitaciones.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Resultados de diseño

Para diseñar el sistema electromecánico se utilizó la herramienta matriz morfológica, con la que se seleccionaron los componentes que debía tener el sistema, aquellas que cumplen con los requisitos de funcionamiento, contenedor de cascaras, mecanismo de volteo, mecanismos de trozado, mecanismo de aireación mecanismo de termostato. Después de ello se utilizó la herramienta matriz de Pugh a cada componente, puesto que cada uno de ellos se podía encontrar en distintas marcas por lo que la matriz fue ideal para dar un puntaje de acuerdo con criterios de coste, compatibilidad, disponibilidad, facilidad de uso, tamaño, peso, consumo de energía.

3.1.1 Resultados de la matriz morfológica

Figura 1
Matriz morfológica

Función	Solución 1	Solución 2
Recepción de cascaras	Recipiente de acero inoxidable	Recipiente de plástico que soporta altas temperaturas
Mecanismo de volteo	Motor de picador de alimentos-1400rpm	Motor de licuadora-1000 a 3000rpm
Cuchillas para trituración	Cuchillas de acero inoxidable 9mm	Cuchillas de acero inoxidable 18mm
Base del eje de cuchillas	Tapón de CPVC y aro de acero inoxidable	Tapón de acero inoxidable
Mecanismo para reducir la fricción del eje de cuchilla	Cojinete de bolas	Cojinete de rodillos
Mecanismo de aireación	Deshidratador de alimentos	Freidora de aire
Regulador de temperatura y tiempo de operación	Termostato manual	Termostato programable

3.1.2 Configuración seleccionada para el sistema electromecánico

- Para la selección del recipiente receptor de cascaras, se optó por el de plástico que soporta altas temperaturas ya que este permitiría un monitoreo visual del proceso de compostaje.

- Para la selección de componente de mecanismo de volteo, se optó por el motor de un picatodo ya que este era más seguro y de valor más asequible.
- Para la selección de cuchillas de trituración, se optó por el motor de un picatodo ya que este era más seguro y de valor más asequible.
- Para la selección del accesorio base de eje de cuchillas, se optó por un tapón de CPVC y un aro de acero inoxidable ya que este era de valor más asequible.
- Para la selección del mecanismo para reducir la fricción del eje de cuchilla, se optó por un cojinete de bolas ya que son adecuados para aplicaciones que requieren un funcionamiento a alta velocidad.
- Para la selección del mecanismo de aireación, se optó por el deshidratador de alimentos, por seguridad, ya que se han reportado incidentes con las freidoras de aire.
- Para la selección del regulador de temperatura y temporizador, se optó por el deshidratador de alimentos, ya que este incluye un termostato programable.

3.1.3 Resultados de la Matriz Pugh

Figura 2
Matriz Pugh para selección de picatodo

Criterios de selección	Importancia (peso)	ALTERNATIVAS					
		Picatodo TH-9005V Thomas		Picatodo PTM-2101 Miray		Picatodo f22-9 -16 OEM	
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	25%	4	1	4	1	5	1.25
Disponibilidad	20%	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Tamaño y peso	15%	4	0.6	5	0.75	5	0.75
Consumo de energía	15%	5	0.75	3	0.45	5	0.75
Compatibilidad	15%	3	0.45	5	0.75	5	0.75
Facilidad de huso	10%	5	0.5	2	0.2	3	0.3
Valoración total	100%		4.1		3.95		4.6

Nota. Acorde con el puntaje mayor “4.6” se seleccionó: picatodo f 22-9-16 OEM.

Figura 3
Matriz Pugh para selección de Deshidratador

		ALTERNATIVAS					
		Deshidratador de Alimentos HB-327B BLACKLINE		Deshidratador de Alimentos OSTBA		Deshidratador de Alimentos Modelo Design Natural Plus – GASTROBACK	
Criterios de selección	Importancia (peso)	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	25%	5	1.25	3	0.75	3	0.75
Disponibilidad	15%	4	0.6	3	0.45	3	0.45
Tamaño y peso	15%	5	0.75	4	0.6	4	0.6
Consumo de energía	10%	5	0.5	5	0.5	4	0.4
Compatibilidad	10%	5	0.5	1	0.1	1	0.1
Capacidad	15%	4	0.6	5	0.75	4	0.6
Facilidad de huso	10%	5	0.5	5	0.5	5	0.5
Valoración total	100%		4.7		3.65		3.4

Nota. Acorde con el puntaje mayor “4.7” se seleccionó: Deshidratador de Alimentos HB-327B BLACKLINE.

Figura 4
Matriz Pugh para selección de cuchillas

		ALTERNATIVAS					
		Cuchillas de repuesto 18mm Estuche X 10 Unidades OLFA		Cuchillas de repuesto 18mm Estuche X 10 Unidades TRUPER		Cuchillas de repuesto 18mm Estuche X 10 Unidades ARTESCO	
Criterios de selección	Importancia (peso)	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	50%	3	1.5	4	2	5	2.5
Disponibilidad	50%	3	1.5	5	2.5	3	1.5
Valoración total	100%		3	23	4.5		4

Nota. Acorde con el puntaje mayor “4.5” se seleccionó: Cuchillas de repuesto 18mm Estuche X 10 Unidades TRUPER

Figura 5
Matriz Pugh para selección de cojinete

		ALTERNATIVAS					
		6303-ZZ/C3 Cojinete 17X47X14mm rígido de bolas con sello metálico RST		6303-ZZ/C3 Cojinete 17X47X14mm rígido de bolas con sello metálico FERSA		6303-ZZ/C3 Cojinete 17X47X14mm rígido de bolas con sello metálico WHB	
Criterios de selección	Importancia (peso)	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	50%	4	2	4	2	5	2.5
Disponibilidad	50%	4	2	4	2	5	2.5
Valoración total	100%		4		4		5

Nota. Acorde con el puntaje mayor “5” se seleccionó: 6303-ZZ/C3 | Cojinete

17X47X14mm rígido de bolas con sello metálico WHB

Figura 6
Matriz Pugh para selección de tapón CPVC

		ALTERNATIVAS					
		Tapón de cpvc hembra 1/2"PAVCO		Tapón de cpvc hembra 1/2"MATUSITA TIGRE		Tapón de cpvc hembra 1/2"DURMAN	
Criterios de selección	Importancia (peso)	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	50%	3	1.5	5	2.5	4	2
Disponibilidad	50%	5	2.5	3	1.5	3	1.5
Valoración total	100%		4		4		3.5

Nota. Acorde con el puntaje mayor “4” se seleccionó: Tapón de cpvc hembra

1/2"PAVCO puesto que era de mayor disponibilidad en comparación con el tapón marca

MATUSITA TIGRE.

Figura 7
Matriz de Pugh para selección de aro de acero inoxidable

		ALTERNATIVAS					
		Aro de acero inoxidable N° 19 OEM		Aro de acero inoxidable N° 19 ALIEXPRESS		Aro de acero inoxidable N° 19 MERCADO LIBRE	
Criterios de selección	Importancia (peso)	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Coste	50%	5	2.5	5	2.5	4	2

Disponibilidad	50%	5	2.5	4	2	4	2
Valoración total	100%		5		4.5		4

Nota. Acorde con el puntaje mayor “5” se seleccionó: Aro de acero inoxidable N° 19

3.1.4 Descripción de las partes del sistema electromecánico seleccionadas

Deshidratador de alimentos

Se considero el diseño tipo reactor que usan las compostadoras eléctricas que poseen termostato de dimensiones pequeñas para ser usadas en la cocina, es por esa razón que se escogió el deshidratador de alimentos BLACKLINE HB-327B. El equipo es de altura ajustable, posee control de termostato, el diseño es compacto, posee la función de fijar hora y temperatura, la potencia a la que trabaja es de 200-240V, posee un interruptor On/Off y 5 bandejas desmontables y las dimensiones son también para su uso en la cocina. (Anexo N°1)

Picador triturador eléctrico de alimentos

Se considero que el reactor debía tener un mecanismo de volteo como el que usan las maquinas eléctricas de composta para el hogar, es por lo que se seleccionó el picador triturador modelo f22-9-16 con capacidad de picar 2L. De este artefacto se utilizó solamente el eje, el motor y tapa. (Anexo N°2)

Cuchillas

Para la selección de estas en el sistema electromecánico, se eligió las de acero de marca TRUPER que se usan en los cutter ya que el tamaño de estas se ajustaban a las dimensiones del sistema. (Anexo N°3)

Rodamiento

Con la finalidad de que el eje este ubicado en el centro de manera correcta en la parte central del reactor, se optó por un rodamiento de 47mm de diámetro exterior y

17mm de diámetro interno. La utilidad que tiene esta pieza es la de reducir la fricción entre un eje y las piezas conectadas. (AnexoN°4)

Tapón CPVC hembra, placa de metal y tornillos con tuercas



Para la base del eje se optó por usar un tapón de CPVC, este un material plástico que soporta una temperatura máxima de 90° Celsius, la placa de metal ira soldada a la base del rodaje con la finalidad de que no se salga la base de plástico CPVC del eje y las 3 bandejas serán unidas mediante tornillos y tuercas, dos de estas bandejas serán modificadas quedando solamente el aro exterior. (Anexo N°5)

3.2 Resultado del montaje

Una tarea pertinente es nombrar los pasos para realizar el montaje del sistema electromecánico de manera estructurada con la finalidad de que se pueda replicar y si es posible maximizar la utilidad mediante modificaciones y mejoras de hardware en futuros diseños.

3.2.1 Etapas de montaje del sistema electromecánico

Tabla 4
Montaje del eje

Proceso de montaje	Descripción
	<p>Se perforo un tapón de CPVC en la parte central para montar la guía de acero de eje de cuchilla del triturador de alimentos, también se realizó un corte al tapón para disminuir su altura a 2cm, se colocó un anillo de acero Nro19 alrededor de este.</p>
	<p>Se soldó al rodaje una pequeña plancha de metal, donde descansara la guía del eje hecha con el tapón y anillo de acero.</p>



Se ha lijado la parte central de la bandeja para que entre el rodaje que será el soporte del mecanismo de eje del sistema electromecánico.



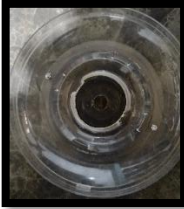
Se colocó a la bandeja una malla más fina, debido a que en las primeras pruebas se evidencio que sin esta los residuos grandes de la trituración pasaban al recipiente colector de compost.

Tabla 5
armado del tanque, recipiente colector y tapa

Proceso de montaje	Descripción
	<p>Se reemplazo las 4 cuchillas del eje de la trituradora por las cuchillas del cutter de la marca Trupper.</p>
	<p>De las 3 bandejas del deshidratador de alimentos se retiró la malla de 2 y estas se unieron con tornillos a la tercera bandeja para formar el recipiente contenedor de las cascaras.</p>
	<p>Se coloco el eje dentro del contenedor de cascaras, además de ello ha una cuarta bandeja se le quito su malla para reemplazarla por un plato para que esta haga las funciones de recipiente colector de compost.</p>



El recipiente para recoger el compost resultante solo se usa en la etapa de recolección del compost resultante por lo que este se colocó al lado en una base hecha con una tapa de cuchilla modificada



La tapa del sistema electromecánico se armó haciendo un agujero de 3 pulgadas de diámetro en la tapa del deshidratador y uniendo esta tapa con la tapa del triturador de alimentos mediante pernos, de esta manera la tapa termina de armarse colocando el motor del triturador encima de la unión de estas dos tapas.

Figura 8

Sistema electromecánico



3.2.2 Modo de operación del sistema electromecánico

- Verter las cascaras previamente cortadas en finos pedazos en el recipiente y tapar

- Enchufar el motor en la parte superior de la tapa y presionar por un máximo de 3 segundos el pulsador en la parte superior para reducir el tamaño de los fragmentos si es necesario y realizar el volteo
- Dejar de presionar para que el motor pare y desenchufar
- Enchufar el mecanismo de aireación y programar la temperatura y el tiempo de encendido.
- Para programar el tiempo presionar el botón “time”, por cada vez que se presione se habrán programado 30 minutos más de operación, el tiempo que se puede programar va desde las 0:30 a 19:30.
- Para programar la temperatura presionar el botón “temp” aparecerá la temperatura más baja por defecto, que es de 35°C, esta se puede aumentar en 5°C con cada presión del botón hasta alcanzar 70°C como límite.
- Al finalizar el tiempo de operación aparecerá en la pantalla un mensaje de fin en inglés “end” y una alarma.
- Como el recipiente es transparente, es posible realizar un último volteo volviendo a enchufar el motor de la parte superior.
- Ya que el recipiente es transparente, se puede observar la formación del compost, y si fuese necesario aumentar el tiempo de la fase termófila.

3.2.3 Factores que se manipularon para el correcto funcionamiento

- **Tamaño de partícula** se trabajó con cascaras, pero aun así era evidente que estas debían ser más pequeños, por esta razón se redujeron en tamaño haciendo uso de las cuchillas adaptadas en el eje del motor.
- **Volumen y cantidad máxima** 2L y un 1kg para evitar la compactación y permitir el volteo de las cascaras.

- **Tiempo** se comprobó que 7 horas era el tiempo mínimo para que se aseguren las fases del compostaje a la temperatura seleccionada.
- **Temperatura** se operó a 70°Celsius con la finalidad de que alcance la fase termófila en menor tiempo.

3.2.4 Especificaciones técnicas

- Potencia: 250W
- Control de temperatura: 35° - 70°
- Temporizador: 0.30' - 19:30'
- Cuchillas de acero inoxidable: 3 – removibles
- Capacidad: 1Kg
- RPM max 3006.5, min 49 average 1527.75 Casi 1400rpm

3.2.5 Coste del sistema electromecánico

Tabla 6

Precio de los componentes

Componentes	precio
Deshidratador de alimentos	S/129.00
Picador de alientos	S/49.90
Repuesto de Cuchillas	S/4.90
Plancha de metal	S/5.00
tornillos	S/5.00
rodajes	S/22.00
Total	S/215.8

3.2.6 Evaluación del costo mensual de operación

Para este apartado se ha considerado la tarifa del servicio de electricidad de la empresa Pluz Energía de Perú.

Costo: Kw/h: 38. 68cent.S/ Kw.h =(S/0.3868)/(Kw.h)

Potencia: 240W a Kw: 0.24Kw

Horas de uso: 7h

Nº de días: 1

En un día se consume en Kw: $0.24\text{Kw} \cdot 7\text{h} = 1.68\text{Kw.h}$

En un mes consume en $1.68\text{Kw.h} \cdot 31 = 52.08\text{Kw.h}$

Costo mensual: $(52.08\text{Kw.h}) / (0.3868) / (\text{Kw.h}) = S/20.14$

3.3 Seguimiento al proceso de compostaje dentro del sistema electromecánico

3.3.1 *Monitoreo de temperatura*

La temperatura se mantuvo constante con la ayuda del termostato.

3.3.2 *Monitoreo de la humedad*

Para la medición de la humedad se realizó la prueba del puño, se comprobó que no había goteo.

3.3.3 *Monitoreo del grado de descomposición*

Se pudo visualizar la formación del compost a temperatura constante y analizarla organolépticamente, es decir mediante observación del color olor, forma y sensación de tacto.

3.3.4 *Monitoreo de pH*

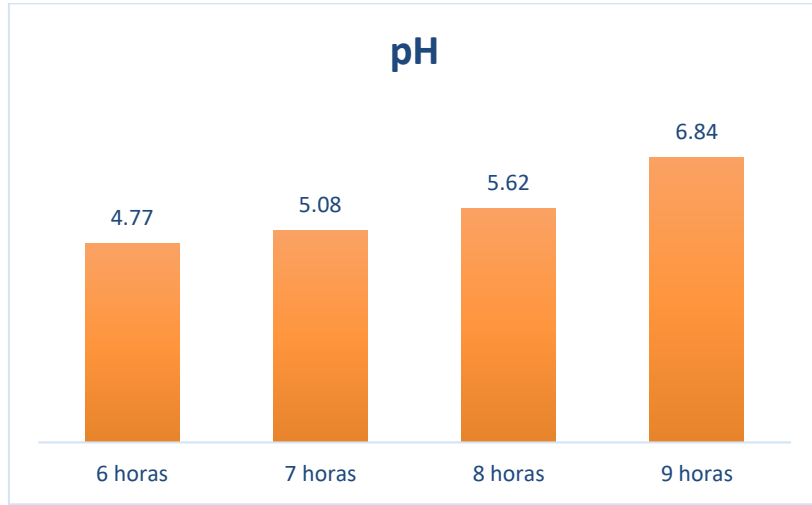
La formación de compost recién se pudo evidenciar a las 6 horas con un pH de 4.77, a las 7 horas el pH fue de 5.08, a las 8 horas el pH fue de 5.62, todos estos valores mostraron un pH ácido solo a las 9 horas se obtuvo un pH 6.84 el cual según cumple con el rango de mayor a 6.5 y menor a 8.5 establecido por la **NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES**

Tabla 7
resultados de pH medidos a intervalos de una hora

Parámetro	6 horas	7 horas	8 horas	9 horas
pH	4.77	5.08	5.62	6.84

El pH en la fase termófila se eleva comprobándose que a las 9 horas el pH se vuelve ligeramente ácido.

Figura 9
Variación de pH



3.4 Resultados de calidad del compost producido

Para llevar a analizar las muestras se tuvo que hacer más compost que el que se obtiene solo con 1kg de materia orgánica, por lo que se operó la maquina 3 veces para poder alcanzar la cantidad suficiente para análisis.

Figura 10
Compost obtenido para analizar en laboratorio



3.4.1 Inocuidad del compost producido

No se realizó un análisis microbiológico, sin embargo, se puede inferir que se eliminaron los patógenos de salmonella spp, Escherinchia coli, Brucella abortus, Parvovirus bovino.

Figura 11
Patógenos eliminados

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición	Temperatura del sistema electromecánico-7horas
Salmonella spp	55°C	1 hora	70°C
	65°C	15-20 minutos	
Escherichia coli	55°C	1 hora	70°C
	65°C	15-20 minutos	
Brucella abortus	55°C	1 hora	70°C
	62°C	3 minutos	
Parvovirus bovino	55°C	1 hora	70°C

Nota. Adaptado de *Manual de compostaje del agricultor* (P.33) FAO

3.4.2 Ensayos de laboratorio del producto obtenido

Tabla 8
Ensayos realizados

Tipo de ensayo	Norma de referencia
Color	Norma Oficial Mexicana- NOM-021 RECNAT-2000, AS-22, ítem 7.3.5
Nitrógeno amoniacal	Handbook of Methods for Plant- Analysis ítem 11 (Fertilizante)
Solidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 24th Ed. 2023
Materia orgánica	Official Mexican Standard- NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated-Out of Scope)
Análisis granulométrico	MVAL-AGR-38 R00
Solidos volátiles	Protocolo de Métodos de Análisis- 2007-Zagal & Sadzawka
Carbono orgánico total	Official Mexican Standard - NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated-Out of Scope)

Material extraíble por N hexano	EPA Method 9071B, Rev 02, 1998.
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000, AS-05(Validated-Out of Scope
Conductividad	MVAL-AGR-002 Validated 2022
pH	MVAL-AGR-001 Validated 2022

3.4.3 Resultados de laboratorio de los ensayos obtenidos sobre el compost que se ha producido en 7 horas

Tabla 9
Resultados de laboratorio

Ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados	FAO	NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES
Color	(UC)	5	MARRÓN PÁLIDO	Marrón oscuro	-
Nitrógeno amoniacal	Mg/Kg	0.2	539.8	-	-
Solidos totales	mg/L	5	555.56	-	-
Materia orgánica	%	0.1	92.1	-	Igual o mayor al 20%
Solidos volátiles	%	0.3	50.9	-	-
Carbono orgánico total	%	0.1	53.4	-	Mayor al 15%
Material extraíble por N hexano	mg/Kg MS	48	4824.27	-	-
Humedad	%	0.1	45.9	-	Mayor al 35% y menor al 50%
Conductividad	μS/cm	0.01	12440.00 μS/cm =1.244 ds/m	-	2 - 4 dS/m
pH	Unid. Ph	0.1	5.2	7	mayor a 6.5 y menor a 8.5

L.C.M: Limite de cuantificación del método

4.3.4.1. Color

Los resultados dicen que es marrón pálido, mientras que la FAO menciona que el compost debe tener un color marrón oscuro, además de ello no se debe reconocer los componentes originales.

4.3.4.2. Nitrógeno amoniacal 539.8 mg/Kg

Es una forma de nitrógeno basada en amoniac

4.3.4.3. Solidos totales 555.56 Mg/L

El contenido de agua dentro del compost tiene un valor 555.56 Mg/L.

4.3.4.4. Materia orgánica: 92.1%

Este valor está acorde con lo establecido en la “NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales. Requisitos, 1ª Edición”, la cual dice que este valor debe ser igual o mayor al 20%. El valor obtenido está dentro del rango ideal de la fase termófila II (2-5 semanas) y también del compost maduro (3-6 meses) mayor al 20%. Establecido por la FAO.

4.3.4.5. Solidos volátiles 50.9%

Valor obtenido después de ser sometida la muestra a 550°C a masa constante.

4.3.4.6. Carbono orgánico total 53.4%

Valor obtenido a partir de la ecuación $\% CO = \% MO / 1.724$ donde: MO es materia orgánica y CO es carbono orgánico total.

4.3.4.7. Material extraíble por N hexano 4824.27 mg/Kg

Son las grasas y aceites presentes en la muestra

4.3.4.8. Humedad 45.9%

Este valor está acorde con lo establecido en la “NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales. Requisitos, 1ª Edición”, la cual dice que el contenido de humedad debe ser mayor al 35% y menor al 50% del producto en base humedad, el valor obtenido en comparación con los parámetros de

compostaje de la FAO, está dentro del Rango ideal para compost en la fase termófila 2 (2-5 semanas)

4.3.4.9. Conductividad 12440.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1.244 ds/m)

Este valor es bajo, generalmente debe estar entre los 2 - 4 dS/m según la “NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales. Requisitos, 1ª Edición”

4.3.4.10. pH 5.2

Este valor está por debajo de lo establecido por la “NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales. Requisitos, 1ª Edición”

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El diseño del sistema electromecánico desarrollado tomo en cuenta el sistema de trituración, al igual que Acosta (2016) con la intención de acelerar el proceso de compostaje, otro punto que considero el autor también en el apartado requerimientos mecánicos era que el recipiente debe ser capaz de soportar altas temperaturas, en su proyecto planteo un diseño de máquina que tiene 55°C como temperatura máxima, mientras que en este proyecto se trabajó con una temperatura máxima de 70°C , también se respetó el criterio de disponibilidad de elementos disponibles en el mercado, el voltaje con el que debe operar que es 220V , en cuanto al requisito de seguridad, los circuitos eléctricos están aislados como lo sugiere el autor, sin embargo en cuanto al modo de

operación planteado por el autor en su diseño, el planeo que se alimente con 1.5kg sistema electromecánico, el montado en esta investigación admite máximo 1 kg para asegurar la formación del compost, puesto asegura el correcto flujo de aire caliente para que se dé la fase termófila sobre la materia orgánica usada en el proyecto, pero es correcto decir que el autor solo planteo un diseño en su investigación. Finalmente, las recomendaciones de mejora de diseño del autor se consideraron y por ello se montó el sistema electromecánico con componentes disponibles en el mercado nacional, puesto que he cierto los costos se reducen.

De manera similar a Guerrero (2013), el modo en que opera el sistema electromecánico toma en cuenta un diseño cerrado para evitar fuga de olores. Sin embargo, la cantidad de compost que pueden producir los autores anteriormente mencionados es mayor a la obtenida con el sistema electromecánico.

Luego de haber operado el sistema electromecánico por 7 horas, las muestras llevadas a laboratorio especializado acreditado por INACAL. En el ensayo para el parámetro de materia orgánica se obtuvo el valor de 92.1% este valor es mayor a lo que obtuvieron Arellano y Colan (2023) que fue de 35.58%, sin embargo, si bien ambos compost fueron generados con máquinas electromecánicas, el tiempo de procesamiento difiere ya que el compost que se obtuvo con esta investigación solo empleo horas mientras que el otro empleo semanas. Por otro lado, el % de humedad que se obtuvo fue de 45.9% siendo este mayor a lo obtenido por los investigadores que obtuvieron un 32.58%. De modo contrario paso con el pH, pues el valor obtenido en esta investigación fue 5.2-Ph ácido, que difiere con el valor 7.43-ph alcalino que obtuvieron con su prototipo.

Por otro lado; en la investigación de Rivera et al (2020) los autores también emplearon levadura *Saccharomyces cerevisiae* y al igual que los resultados que se

obtuvieron en esta investigación respecto al ensayo de materia orgánica, se comprobó la eficiencia de esta para acelerar el proceso de formación de compost. Además de ello el uso de este acelerante influyo sobre el pH haciéndole disminuir su valor, del mismo modo que en el tratamiento que se realizó en esta investigación, se usó el mismo acelerante y se obtuvo un valor bajo de pH.

Finalmente, si se pudo construir una máquina para generar compost, se pudieron acelerar las fases de un proceso normal de compostaje: Mesófila, Termofila y enfriamiento, en tan solo horas, pero la cantidad producida es poca; con las cascaras empleadas en esta prueba de operación solo se pudo obtener 300gr de compost no maduro en 7 horas para un kilo de cascara de cocina, puesto que la FAO informa que el compost maduro debe tener un color marrón oscuro y el compost obtenido tenía un compost marrón claro.

4.2 limitaciones

4.2.1 *Limitaciones metodológicas*

- **Imposibilidad de analizar ciertos parámetros** Se busco los servicios de análisis de los laboratorios para que realicen los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos que contempla la NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES, pero ninguna de los laboratorios consultados tenía el servicio para realizar todas las pruebas que comprende dicha norma.
- **Escalabilidad** Debido a que el hardware utilizado no está a nivel global, no es posible asegurar que se pueda replicar la investigación en todo el mundo.

4.2.2 *limitaciones de investigador*

- **Económicos** Los recursos económicos no han sido los suficientes por lo que se tuvo que decidir entre solicitar al laboratorio los parámetros físico-químicos o los parámetros microbiológicos.
- **Control completo de la descomposición** No se ha podido ver las bacterias presentes al inicio del proceso de compostaje, ni controlar la humedad del compost
- **Variabilidad de la materia prima** la composición de las cascaras varia y esto afecta la velocidad de descomposición, en consecuencia, la calidad del compost

4.3 Implicancias

4.3.1 *Implicancia practica*

El producir compost siguiendo el modo de operación del sistema electromecánico de esta investigación implica que se obtendrá un compost ácido, por lo cual se sugiere su uso en plantas acidófilas.

4.3.2 *Implicancia teórica*

Siempre se ha estudiado la formación del compost a partir de materia orgánica y hay mucha literatura científica que establece que el compostaje tarda en formarse en semanas o meses, al haber logrado obtener compost en horas, es razonable considerar una revisión de los modelos divulgados actualmente sobre la descomposición microbiana.

4.4 Conclusiones

- Se pudo montar un sistema electromecánico con hardware preexistente, haciendo uso de componentes de un deshidratador de alimentos y triturador de alimentos picatodo, modificando algunas características de las bandejas originales para el ingreso de eje de cuchillas, además de

modificar la tapa para que sea la base del motor se complementó con *Saccharomyces cerevisiae*, como acelerador del proceso de compostaje.

- El sistema electromecánico construido es capaz de producir compost en horas empleando cascaras de vegetales y tubérculos que se usan en la cocina.
- El compost obtenido registro una calidad intermedia al observar los resultados de los ensayos realizados sobre la muestra, por lo tanto, se ha podido evidenciar la eficiencia.
- Se sugiere realizar más pruebas con la maquina operando más de 10 horas, con la finalidad de comprobar si es suficiente con 10 horas para obtener un compost maduro, además de ello falta hacer más pruebas con otras cascaras, podrían caracterizarse las cascaras para averiguar con cuales se puede obtener una mejor calidad de compost.
- Su uso en los hogares podría ser beneficioso para la disminución de plagas como las moscas que son atraídas por los residuos orgánicos en descomposición.

REFERENCIAS

- Acosta Gonzales, R. R. (2016). *Diseño de una máquina doméstica automática para generar compost a partir de residuos orgánicos*.
- Arellano Cisterna, E. S. (2023). *Evaluación del compost obtenido a partir de residuos orgánicos urbanos en el distrito de Breña, 2022*.
- Arrigoni, J. P. (2016). *Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala* [doctoralThesis]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4634>
- ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Cáscara | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 1 de marzo de 2025, de <https://dle.rae.es/cáscara>
- Ayala Cadena, O. (2014). *Prototipo de un compostador de uso doméstico automatizado con Arduino*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/62545>
- Babativa Novoa, C. A. (2017). *Investigación cuantitativa*. Bogotá : Fundación Universitaria del Área Andina , 2017.
<https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3544>
- Bolton, W. (2017). *Mecatrónica 6ª Edición por William Bolton—9789587783292— Libros Técnicos Universitarios*. Alpha Editorial. <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587783292/Mecatrónica+6ª+Edición>
- Cabrera Córdova, V. C., & Rossi Luna, M. G. (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. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2251>
- ¿CÓMO HACER UN ABONO ORGÁNICO CON CÁSCARA DE PLÁTANO, CÁSCARA DE HUEVO. (2022, junio 17). Urban Green Club.

<https://www.urbangreenclub.com/blogs/articulos/como-hacer-un-abono-organico-con-cascara-de-platano-cascara-de-huevo-y-posos-de-cafe>

Conociendo las tarifas. (s. f.). [Institucional o de negocio]. pluz.pe. Recuperado 16 de enero de 2025, de <https://10.152.145.169:4503/content/enel-pe-rebranding/es/megamenu/empresas/entendiendo-tarifas.html/content/enel-pe-rebranding/es/megamenu/empresas/entendiendo-tarifas.html>

Continental, U. (2017). Metodología de Investigación: Manuales autoformativos interactivo. *Universidad Continental*.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4278>

Enrriquez, M. F. B. (2019). EVALUACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CULTIVO DE ARVEJA (PISUM SATIVUM L.) EN LA OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/203>

Espectador, E. (2024, septiembre 14). *ELESPECTADOR.COM* [Text].

ELESPECTADOR.COM. <https://www.elespectador.com/la-huerta/para-que-sirve-la-cascara-de-papa-en-las-plantas/>

Evita el desperdicio. Luchemos contra el cambio climático. (s. f.). World Wildlife Fund. Recuperado 28 de febrero de 2025, de <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/lucha-contra-el-cambio-climatico-evitando-el-desperdicio-de-alimentos>

Guerrero Coba, K. S. (2013). *Diseño, construcción y operación de una compostera doméstica para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Quito* [bachelorThesis, SANGOLQUÍ / ESPE / 2013].

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/6225>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

Metodología de la investigación. McGraw Hill España.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

Manual de compostaje del agricultor | FAO. (2015). <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/339921/>

MAQUINAS ELECTRICAS. (2012). <https://www.mheducation.com.mx/maquinas-electricas-9786071507242-latam>

Más de 148 500 toneladas de residuos sólidos municipales son valorizados en el país.

(s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2024, de

<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/955458-mas-de-148-500-toneladas-de-residuos-solidos-municipales-son-valorizados-en-el-pais>

Murillo Naranjo, M., Cejas, M., Liccioni, E., Aldaz, S., & Venegas-Alvarez, G. (2023).

ENFOQUE CUANTITATIVO y CUALITATIVO: Una mirada de los métodos mixtos.

Ñaupas, H., Paitán, H. Ñ., Ramírez, E. N., Mejía, E. M., & Paucar, A. V. (2014).

Metodología de la investigación: Cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.

¿Qué cáscaras de alimentos sirven para elaborar abono para tus plantas? - El

Occidental | Noticias Locales, Policiacas, sobre México, Guadalajara y el

Mundo. (s. f.). Recuperado 28 de febrero de 2025, de

<https://oem.com.mx/eloccidental/tendencias/que-cascaras-de-alimentos-sirven-para-elaborar-abono-para-tus-plantas-15696053>

Recurso 1 (Código Ética)—CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

CIENTÍFICA EN UPN Aprobado con—Studocu. (s. f.). Recuperado 24 de

octubre de 2024, de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad->

privada-del-norte/derecho-y-ciencias-politicas/recurso-1-codigo-
etica/104920521

Residuos orgánicos: ¿Qué son y por qué hay que tratarlos? (s. f.). REPSOL.

Recuperado 28 de febrero de 2025, de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/residuos-organicos/index.cshtml>

Rivera, M., Caracela, E., & Morales, L. (2020). Proceso de compostaje por *Saccharomyces cerevisiae* en una institución educativa en Perú. *Orbis: revista de Ciencias Humanas*, 16(Extra 46), 109-119.

Rosales Salazar, K. M., & Taipe Moran, R. del P. (2021). Revisión sistemática de la aplicación de aditivos sobre la producción de compost doméstico. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72596>

Saavedra Hernandez, G. S. (2023). *Diseño del prototipo de un compostador doméstico*. <https://hdl.handle.net/1992/73531>

Sierra B., C., & Rojas W., C. (2003). *La materia orgánica y su efecto en las características fisico-químicas y biológicas del suelo*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8377>

Su García, N. C. (2020). *Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium cepa*.

Torres, C. A. B. (2016). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación de Colombia S.A.S.

ANEXOS

ANEXO 1. Deshidratador de alimentos



Potencia Electrodomésticos	240W
Número De Programas	2
Dorador	Sí
Recipiente	No
Pantalla Digital	Sí
Color	White & Black
Control De Temperatura	Manual
Número de bandejas	5
Alto (cm)	26.8
Ancho (cm)	26.8
Apagado Automático	Sí
Material del Vaso	Plástico
Modelo	HB-327B
Profundidad(cm)	21.2

ANEXO 2. Picador triturador eléctrico de alimentos

Información del producto

Tipo de herramientas para frutas y verduras	Picadores de verduras
Material	Plástico
Tipo de plástico	PP
Característica	Sostenible, almacenado
Lugar de origen	China
China	Anhui
Nombre de la marca	OEM
Número de modelo	F22-9-16
Nombre del producto	Picadora de carne eléctrica
Uso	Cocina casera
Color	Rojo, Verde
Capacidad	2L
Palabra clave	Máquina de picar automática
Peso	1.075kg
Tamaño	17,5*22cm
Embalaje	Caja de Color
Tiempo de muestra	3 ~ 5 días
Estilo	Moderno

Muestra del producto

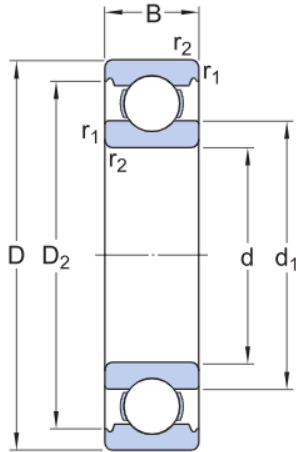


ANEXO 3. Cuchillas



Modelo	16965
País de origen	China
Material	Acero
Incluye	Contiene 01 Estuche con 10 Repuestos para Cuchilla Cutter 6"
Largo	0.01
Alto	0.12
Garantía	1 año
Ancho	0.01

ANEXO 4. Rodamiento



d	17	mm
D	47	mm
B	14	mm
d ₁	≈ 26.52	mm
D ₂	≈ 39.58	mm
r _{1,2}	min. 1	mm



ANEXO 5. Tapón CPVC hembra, placa de metal y tornillos con tuercas



Marca Pavco

Material_ CPVC

Características_ Fabricado de CPVC están diseñadas para trabajar en forma continua a una presión hidrostática y a temperaturas mas exigentes

ANEXO 6. Residuos orgánicos utilizados en las pruebas y acelerador



Cascaras de habas, arveja, papa, zanahoria, plátano y acelerante levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

ANEXO 7. Medida de las RPM del motor con tacómetro láser



Specifications	Range	Resolution	Accuracy
Certificates	CE, UKCA		
RPM measurement	10~99999RPM	0.1	±(0.04%+2)
Counting measurement	0~99999 counts	1	±1
Refresh rate	1s to 7s (>120rpm for 1s)		
Sensor type	Photodiode and laser tube		
Target distance	50mm~200mm		
Measuring angle	±30° from perpendicular		
Drop proof	1m		

Features	
Auto range	Data hold
Auto power off	MAX/MIN
Low battery indication	Overload indication
Laser-on indication	LCD backlight

Characteristics	
Standard accessories	Batteries, reflective tape, English manual
Power	1.5V battery (R03) x 3
Display	5-digit segment code; 99999 max display
Product size	120 x 53 x 28.5mm
Product net weight	85g (excluding battery)
Standard individual packing	Gift box
Standard quantity per carton	20pcs
Standard carton measurement	272 x 225 x 220mm
Standard carton gross weight	3kg

ANEXO 8. Medición de pH



Especificaciones

- Calibración automática: el NF-EZ9908 tiene una función de calibración automática que se ajusta a la temperatura y la calidad del agua para medir de inmediato lecturas de pH precisas.
- Precisión: NF-EZ9908 tiene un sensor de electrodo sensible para leer valores de pH precisos.
- Modelo 4 en 1: medidor de pH 4 en 1 NF-EZ9908, puede medir con precisión el pH, TDS, EC, TEMP para garantizar la salud del agua de su familia.
- Amplia gama de usos: el NF-EZ9908 pesa solo 90 g, es ideal para transportar y puede cumplir con una variedad de pruebas de calidad del agua.

ANEXO 9. Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema General ¿El sistema electromecánico será capaz de emplear cascaras para generar compost en horas?</p>	<p>Objetivo General: Construir un sistema electromecánico que tenga la capacidad de generar compost en horas con cascaras.</p>	<p>Hipótesis El sistema electromecánico es capaz de producir compost en horas empleando cascaras.</p>	<p>Tipo de investigación De tipo aplicativo</p>
<p>Problemas Específico 1 ¿Cuáles son las piezas de hardware que serán necesarias para montar sistema electromecánico, dimensiones, capacidad, fuente de energía?</p>	<p>Objetivos Específico 1 Investigar y seleccionar el hardware necesario para definir el diseño de la compostadora, dimensiones, capacidad, fuente de energía.</p>	<p>Hipótesis Especifica 1 El hardware que se necesita es un sistema de deshidratador, motor con cuchilla de aspas y un activador o acelerador de proceso de compostaje</p>	<p>Método de investigación La metodología de investigación es de tipo cuantitativa,</p> <p>Diseño de investigación El diseño es experimental</p>
<p>Problemas Específico 2 ¿Cuál será la calidad del compost obtenido?</p>	<p>Objetivos Específico 2 Analizar la calidad del compost obtenido</p>	<p>Hipótesis Especifica 2 La calidad de compost obtenido será intermedia</p>	<p>Muestra Un grupo de residuos orgánicos de cocina</p>

ANEXO 10. Ensayos de laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON EL REGISTRO N° LE - 225**



Registro N° LE - 225

INFORME DE ENSAYO N°: 24220

I.- DATOS DEL CLIENTE	
1.-RAZON SOCIAL	: SANDOVAL ARIAS CESAR IVAN
2.-DIRECCIÓN	: PLANICIE DE CARABAYLLO, MZ E LOTE 15
3.-PROYECTO	: SISTEMA ELECTROMECHANICO PARA GENERAR COMPOST
4.-PROCEDENCIA	: CARABAYLLO , LIMA
5.-SOLICITANTE	: SANDOVAL ARIAS CESAR IVAN
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0220-24
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-11-08
II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO	
1.-PRODUCTO	: SUELO
2.-DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
CANTIDAD	: 1
PRESENTACION	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
CONDICIONES	: EN BUEN ESTADO DE CONSERVACION Y PRESERVACION
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2024-10-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-10-01 al 2024-10-17
5. ENSAYO REALIZADO EN	: LABORATORIO SUBCONTRATADO



Reyza Andia Acevedo
Jefe de Laboratorio
CQP N°1447



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de AD LAB S.A.C.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 4
AD-F-025 Rev. 03 / 2024-01-05

Sede 1: Av. Los Alisos 515, 2do piso - Los Olivos, Lima - Perú
Contacto: 953 864 948 / 946 272 119 - comercial@adlab.com.pe / operaciones@adlab.com.pe
www.adlab.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON EL REGISTRO N° LE - 225



INFORME DE ENSAYO N°: 24220

EL METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
COLOR	Norma Oficial Mexicana- NOM-021-RECNAT-2000, AS-22, Item 7.3.5	Determinación de Color en Suelos
NITRÓGENO AMONICAL	Handbook of Methods for Plant- Analysis Item 11 (Fertilizante)	Determinación de Nitrógeno Amoniacal
SÓLIDOS TOTALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 24th Ed. 2023	Sólidos Total Sólidos Oxidat 103-105°C
MATERIA ORGÁNICA	Official Mexican Standard- NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated-Out of Scope)	Which establishes the specifications of fertility, salinity and soil classification. Studies, sampling and analysis- Determination of Organic Carbon.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	MVAL-AGR-38 R00	Determinación de análisis granulométrico
SÓLIDOS VOLÁTILES	Protocolo de Métodos de Análisis- 2007-Zagal & Badzorka	Determinación de Sólidos Volátiles
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	Official Mexican Standard - NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated-Out of Scope)	Which establishes the specifications of fertility, salinity and soil classification. Studies, sampling and analysis- Determination of Organic Carbon.
MATERIAL EXTRAIBLE POR n-HEXANO	EPA Method 9071B, Rev 02, 1998	n-Hexane extractable material (HEM) for sludge, sediment and soil samples
PREPARACIÓN DE FERTILIZANTE	Norma Oficial Mexicana- NOM-021-RECNAT-2000, AS-01, Item 7.11 (Fertilizante)	Preparación Muestra Fertilizante
HUMEDAD	NOM-021-RECNAT-2000, AS-05(Validated-Out of Scope)	Norma Oficial Mexicana, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis- Determinación de Humedad 2023
CONDUCTIVIDAD	MVAL-AGR-002 Validated 2022.	Determination of conductivity (1:1; 1:2.5; 1:10, EPS)
pH	MVAL-AGR-001 Validated 2022.	pH Determination (1:1; 1:2.5; 1:10, EPS)

EPA : U. S. Environmental Protection Agency- Methods for Chemists Analysis

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

NOM : Norma Oficial Mexicana

APHA : American Public Health Association

Página 2 de 4

AD-F-025 Rev. 03 / 2024-01-05

Sede 1: Av. Los Alios 516, 2do piso - Los Olivos, Lima - Perú
Contacto: 953 854 948 / 946 272 119 - comercial@adlab.com.pe / operaciones@adlab.com.pe
www.adlab.com.pe

IV. RESULTADOS

ITEM		f	
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-24-92916	
CÓDIGO DEL CLIENTE		AB-01	
PRODUCTO		ABONO	
SUB PRODUCTO		FERTILIZANTE COMPOST	
MUESTREO		FECHA: 2024-10-19	
		HORA: 10:30	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad (1:10) ¹	µS/cm	0.01	12440.00
pH (1:10) ¹	Unid. Ph	0.1	5.2
Análisis Granulométrico			
Tamiz 1 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz 1 1/2 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz 2 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz 3 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz 3/4 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz 3/8 ¹ (**)	%	NA	0.0
Tamiz < N°200 (**)	%	NA	1.4
Tamiz N°80 (**)	%	NA	0.5
Tamiz N°100 (**)	%	NA	2.9
Tamiz N°140 (**)	%	NA	1.1
Tamiz N°20 (**)	%	NA	53.6
Tamiz N°200 (**)	%	NA	0.8
Tamiz N°4 (**)	%	NA	0.0
Tamiz N°40 (**)	%	NA	24.0
Tamiz N°60 (**)	%	NA	15.6
Humedad ²	%	0.1	45.9

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. *<= Menor que el L.C.M.

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

NA: No Aplica

¹ Ensayo acreditado por el IAS



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON EL REGISTRO N° LE - 225



INFORME DE ENSAYO N°: 24220

IV. RESULTADOS

ITEM		1	
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M-24-92916	
CÓDIGO DEL CLIENTE:		AB-01	
PRODUCTO:		ABONO	
SUB PRODUCTO:		FERTILIZANTE COMPOST	
MUESTREO	FECHA:	2024-10-19	
	HORA:	10:30	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Materiales Extraíbles por α -Hexano (**)	mg/Kg MS	48	4824.27
Preparación de Fertilizante (**)	no unidad	NA	FINALIZADO
Sólidos Totales (**)	mg/L	5	555.56
Sólidos Volátiles (**)	%	0.3	50.9
Carbono Orgánico Total ²	%	0.1	53.4
Materia Orgánica ²	%	0.1	92.1
Color (**)	(UC)	5	MARRÓN PÁLIDO
Nitrógeno Amomiacal (**)	mg/Kg	0.2	539.8

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el L.C.M.

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

NA: No Aplica

² Ensayo acreditado por el IAS

V. OBSERVACIONES

NO APLICA

FIN DE DOCUMENTO

Página 4 de 4
AD-F-025 Rev. 03 / 2024-01-05

Sede 1: Av. Los Alisos 516, 2do piso - Los Olivos, Lima - Perú
Contacto: 953 664 948 / 946 272 119 - comercial@adlab.com.pe / operaciones@adlab.com.pe
www.adlab.com.pe