

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL**



Tesis

Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono
orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac

Presentado por:

Flor Nieves Gallegos Blas

Para optar el título de Ingeniero Agroecólogo Rural

Vilcabamba, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y
DESARROLLO RURAL



Tesis

**Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono
orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac**

Presentado por **Flor Nieves Gallegos Blas**, para optar el título de Ingeniero Agroecólogo Rural

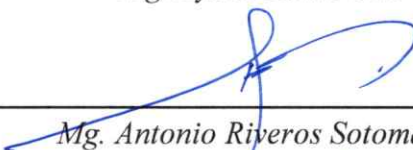
Sustentado y aprobado el 05 de Setiembre de 2024, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Mg. Aydee Kari Ferro

Primer Miembro:



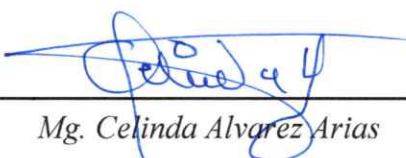
Mg. Antonio Riveros Sotomayor

Segundo Miembro:



Ing. Roberth Palomino Gonzales

Asesor:



Mg. Celinda Alvarez Arias



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 142-2024

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis intitulada **“Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac”**, presentado por la Bach. **Flor Nieves GALLEGOS BLAS**, Para optar el Título de **Ingeniero Agroecólogo Rural**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud ACEPTABLE de **(13%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 26 de agosto del 2024



Dr. Lintol Contreras Salas
DIRECTOR(E) DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA

C. c.
Archivo
REG. N° 580

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por permitirme ser parte de ella y abierto las puertas para que pueda estudiar mi carrera, Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, para brindarle mi servicio a la sociedad en soluciones medio ambientales

Quiero brindar toda mi gratitud a mi asesora de tesis, Mg. Celinda Alvarez Arias, por su esfuerzo y dedicación, así como también por haber tenido toda la paciencia del mundo, para guiarme paso a paso durante el proceso del desarrollo de la tesis.

Mi agradecimiento también para cada uno los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, por compartir sus conocimientos durante mi formación profesional, quienes se esforzaron por darme la mejor de las enseñanzas, por todo lo que aprendí de ellos y por haberme convertido en mejor persona y profesional que soy hoy en día.

Mi gratitud, también a todos mis compañeros y amigos de la universidad, quienes estuvieron conmigo en momentos de estrés y alegría, por brindarme cariño y confianza, cada uno de ellos han aportado mis ganas de seguir adelante

Mi eterna gratitud a mi familia por haber confiado y apoyado incondicionalmente en cada uno de mis pasos, con sus sabias palabras y consejos en los momentos más difíciles de mi vida y durante el proceso de la ejecución de la tesis



Dedicatoria

Primero a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy, por ser mi guía, fortaleza y siempre me levanta de mis constantes caídas

A mi hermosa y valiente madre Hermelinda Blas Quispe, por darme la vida, por todo el amor que siempre me brinda y por su apoyo incondicional, en lo moral y económico a pesar de muchas limitaciones, por siempre haberme motivado constantemente para alcanzar mis anhelos. Para ti mama sin ti no lo hubiera logrado

A mi hermano Felipe Gallegos, por estar siempre en mis días difíciles brindándome palabras de aliento y apoyo para seguir adelante, a mis hermanas Ruth Marina, Diell Merly, Arantza Xail, por su comprensión y ser uno de los motivos por el cual lucho día a día

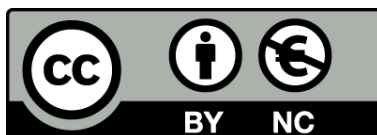
A mis abuelos, Benedicta Quispe y Julio Blas por su amor y cariño que me brindan y con sabiduría me han enseñado a ser quien soy hoy en día e inculcado buenos valores.



Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac

Línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible.

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 Descripción del problema	6
1.2 Enunciado del problema	7
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos	7
1.3 Justificación de la investigación	7
CAPÍTULO II	9
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
2.1 Objetivos de la investigación	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivos específicos	9
2.2 Hipótesis de la investigación	9
2.2.1 Hipótesis general	9
2.2.2 Hipótesis específicas	9
2.3 Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III	12
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	12
3.1 Antecedentes	12
3.2 Marco teórico	14
3.2.1 Residuos sólidos	14
3.2.2 Clasificación de residuos sólidos	15
3.2.3 Composición de residuos sólidos	18
3.2.4 Separación y presentación de residuos sólidos	19
3.2.5 Recolección y transporte de residuos sólidos	20
3.2.6 Tratamiento y disposición final de residuos sólidos	20
3.2.7 Abonos orgánicos	21
3.2.8 Composición de los abonos orgánicos	21
3.2.9 Origen y compostaje de los abonos orgánicos	21
3.2.10 El abono orgánico tipo Bocashi	22



3.2.11	Características químicas del bocashi	23
3.2.12	Características físicas del Bocashi	23
3.2.13	Teorías químicas	24
3.2.14	Teorías biológicas	28
3.2.15	Componentes utilizados para la elaboración de Bocashi	29
3.2.16	Contenido nutricional del Bocashi	31
3.2.17	Calidad microbiológica del Bocashi	31
3.3	Marco conceptual	32
CAPÍTULO IV		34
METODOLOGÍA		34
4.1.	Tipo y nivel de investigación	34
4.1.1	Tipo de investigación	34
4.1.2	Nivel de investigación	34
4.2.	Diseño de la investigación	34
4.3.	Descripción ética de la investigación	36
4.4.	Población y muestra	37
4.4.1	Población	37
4.4.2	Muestra	37
4.5.	Procedimiento	37
4.6.	Técnica e instrumentos	39
4.6.1	Técnica	39
4.6.2	Instrumento	39
4.7.	Análisis estadístico	39
CAPÍTULO V		42
RESULTADOS Y DISCUSIONES		42
5.1	Análisis de resultados	42
5.1.1	Determinar el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico	42
5.1.2	Determinar el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashia partir del uso residuos sólidos de origen doméstico	45
5.1.3	Determinar el tiempo óptimo para la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashia partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico	53
5.2	Contrastación de hipótesis	54
5.2.1.	El efecto de las características físicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir de los residuos sólidos de origen doméstico	55
5.3	Discusión	58
5.3.1.	Para las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico	58
5.3.2.	Para las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso del residuo sólidos de origen doméstico	59



5.3.3. Tiempo óptimo de obtención del abono orgánico tipo Bocashi	61
CAPÍTULO VI	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
6.1 Conclusiones	63
6.2 Recomendaciones	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Variable independiente	10
Tabla 2 — Variable dependiente	11
Tabla 3 — Tipificación de los residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo (%)	18
Tabla 4 — Clasificación de abonos orgánicos	22
Tabla 5 — Rango óptimo de la relación carbono/nitrógeno en diferentes residuos	28
Tabla 6 — Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales	35
Tabla 7 — Prueba de homogeneidad de varianza	40
Tabla 8 — Prueba de normalidad de datos	40
Tabla 9 — Estadísticos descriptivos de la característica física del abono orgánico tipo Bocashi, humedad	42
Tabla 10 — Estadísticos descriptivos de la característica física del abono orgánico tipo Bocashi - temperatura	43
Tabla 11 — Color de abono orgánico tipo Bocashi	45
Tabla 12 — Potencial de hidrogeniones (pH) por tratamiento	46
Tabla 13 — Contenido de nitrógeno total (N) por tratamiento	47
Tabla 14 — Contenido de fósforo (P_2O_5) ppm por tratamiento	48
Tabla 15 — Contenido de potasio (K_2O) por tratamiento	49
Tabla 16 — Porcentaje del contenido de materia orgánica (%M.Org) por tratamiento	50
Tabla 17 — Parámetro de capacidad de conductividad eléctrica mmhos/C.E. por tratamiento	52
Tabla 18 — Resultados de los parámetros físicos y químicos del abono orgánico tipo Bocashi	53
Tabla 19 — Análisis de varianza para el porcentaje de humedad por tratamiento	55
Tabla 20 — Comparación de promedios múltiples del porcentaje de humedad por tratamiento	56
Tabla 21 — Análisis de varianza para el contenido de temperatura °C por tratamiento	56
Tabla 22 — Comparación de promedios múltiples de la temperatura por tratamiento	57
Tabla 23 — Matriz de consistencia de la investigación	72
Tabla 24 — Matriz de consistencia de operacionalización de la variable independiente.	74
Tabla 25 — Ficha de recolección de datos	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Residuos sólidos urbanos	15
Figura 2 — Separación de residuos	19
Figura 3 — Barras simples del porcentaje de humedad por	43
Figura 4 — Barras simples del promedio de temperatura por	44
Figura 5 — Media del potencial de hidrogeniones (pH) por tratamiento	46
Figura 6 — Media del contenido del porcentaje de nitrógeno total (N) por tratamiento	47
Figura 7 — Media del contenido de fosforo (P_2O_5) ppm por tratamiento	48
Figura 8 — Media del contenido de potasio (K_2O) por tratamiento	49
Figura 9 — Porcentaje de contenido de materia orgánica (% M.Org) por tratamiento	51
Figura 10 — Contenido de conductividad eléctrica mmhos/C.E por tratamiento	52
Figura 11 — Barras simples de los resultados de los parámetros físicos y químicos del abono orgánico tipo Bocashi	53
Figura 12 — Resultados de análisis físico-químico del T-1 (a los 15 días de cosecha)	78
Figura 13 — Resultados de análisis físico-químico del T-2 (a los 30 días de cosecha)	79
Figura 14 — Resultado del análisis físico-químico del T-3 (a los 60 días de cosecha)	80
Figura 15 — Resultado del análisis físico-químico del To (a los 90 días de cosecha)	81
Figura 16 — Apertura de hoyos	83
Figura 17 — Forrado de caseta	83
Figura 18 — Instalación de banner del título del proyecto	84
Figura 19 — Vista de la caseta de investigación con el banner instalado	84
Figura 20 — Trazo y diseño de la parcela experimental	85
Figura 21— Vista del trazo y diseño de la parcela experimental	85
Figura 22 — Pesado de residuos sólidos orgánicos de origen domestico	86
Figura 23 — Recolección de residuos sólidos orgánicos de origen domestico	86
Figura 24 — Proceso de elaboración de abono orgánico tipo Bocashi por capas	87
Figura 25 — Fumigación de la mezcla de melaza, levadura y chicha en cada capa	87
Figura 26 — Proceso de compostaje	88
Figura 27 — Cubierto de las pilas de abono orgánico con plástico negro	88
Figura 28 — Evaluación de parámetros físicos	89
Figura 29 — Observación de color del abono orgánico tipo Bocashi	89
Figura 30 — Vista de la muestra obtenida para su respectivo análisis en laboratorio	90
Figura 31— Evaluación de parámetros químicos	90

Figura 32 — Pesado de abono orgánico tipo Bocashi (para cosecha)	91
Figura 33 — Abono orgánico tipo Bocashi cernido y homogenizado de las tres repeticiones para la obtención de la muestra	91
Figura 34 — Muestreo de abono orgánico tipo Bocashi para laboratorio en tres tiempos	92
Figura 35 — Obtención de la muestra del abono orgánico tipo Bocashi para el análisis físico-químico	92
Figura 36 — Entrega de la muestra al laboratorio de la UNSAAC para su respectivo análisis	93
Figura 37 — Visita por parte de la asesora al área experimental	93
Figura 38 — Mapa de ubicación del experimento	95
Figura 40 — Croquis de distribución de bloques y tratamiento	97
Figura 39 — Dimensiones del área experimental	97

INTRODUCCIÓN

La ley Ne 27314-Ley General de Residuos Sólidos y su modificatoria, el D. Leg. 1065; así como el D.S. 057-2004-PCM Reglamento de la Ley General y su modificatoria por los textos en el Art. 4. Lineamientos de política, indican que los autoridades regionales y provinciales deben iniciar con una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en beneficio de su población en el ámbito de su jurisdicción; por tanto, deben priorizar programas de inversión pública o mixta, para la construcción, puesta en valor o adecuación ambiental y sanitaria de la infraestructura de residuos sólidos.

Actualmente la sobrepoblación en el mundo trae consigo la acumulación elevada de residuos sólidos de origen domestico los que no están siendo segregados adecuadamente debido a la falta de cultura ambiental, en algunos casos el manejo inadecuado y falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación ambiental, existen varios estudios que van buscando diferentes formas de reutilización.

La reutilización de los residuos orgánicos viene generando cada vez mayor atención como medio eficiente de reciclaje racional, no solo por lo que representa un problema del aumento de volúmenes de residuos sino también por la aparición de nuevas enfermedades que afecta a la salud pública y que esta tiene una relación directa con el manejo inadecuado.

La investigación propone el efecto en las características físico químicas a partir del uso de residuos sólidos de origen domestico en el abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay-Apurímac, sector de Moyocorral, propuesta que tiene como objetivo promover y orientar a una conducta más responsable, por tanto, también es una opción más accesible, la cual es una alternativa que puede sustituir a los fertilizantes químicos.



RESUMEN

En la presente investigación se realizó con la finalidad de, evaluar el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos, en el sector de Moyocorral, Abancay, esta investigación es experimental, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones T1: a los 15 días, T2: a los 30 días y T3: a los 60 días comparados con el testigo To: a los 90 días, monitoreando las características físicas y químicas durante el proceso de fermentación y degradación de los residuos orgánicos de origen doméstico, para garantizar un proceso optimo en tiempo de cosecha del abono orgánico tipo Bocashi, los resultados alcanzados fueron; el porcentaje de humedad, el T2 a los 30 y T3: a los 60 días alcanza un valor de 60.11 y 59.87 % y To: testigo a los 90 días alcanza un valor de 58.79 % de humedad diferente de todos los tratamientos. El T1 a los 15 días, es diferente con un valor de 52.59%, que cumple dentro de los rangos establecidos del porcentaje de humedad y la temperatura alcanzada entre los tratamientos fueron los siguientes; T1: a los 15 días alcanza un promedio de 49,67 °C, el T2: a los 30 días con un valor de 51,13 °C y T3: a los 60 días representada el 51.3 °C y To: testigo a los 90 días 22,93 °C, que se encuentra dentro de los rangos establecidos, finalmente se registró datos de 6 parámetros químicos, pH, alcanza valores 7,82 que esta se incrementa en el T2: a los 30 días alcanzando 8,20 de pH, sin embargo, en el T3: a los 60 días disminuye ligeramente a 7,78 pH, representado el To: testigo a los 90 días con un pH de 7,90. Nitrógeno total (N), T1: a los 15 días muestra un valor de 0,64% de nitrógeno total, de forma creciente el T3: a los 60 días alcanza un valor de 1,35 % de nitrógeno total y el T2: a los 30 días alcanza un valor de 1,42% de nitrógeno total mientras que el To: testigo a los 90 días representa un valor de 0,65%. Fosforo (P_2O_5) ppm, para el T1: a los 15 días se observa que los niveles de fosforo fueron de 48,6 ppm, de forma creciente el T2: a los 30 días con un nivel de 78,4 ppm, para el T3: a los 60 días con un nivel de 84,6 ppm y el To: testigo a los 90 días alcanza un nivel de 104,7 ppm. Potasio (K_2O) ppm, el T1: a los 15 días se observa que el nivel de potasio fue de 7,943 ppm, el T2: a los 30 días, muestra que hubo una ligera disminución de nivel de potasio de 7,942 ppm, mientras que el T3: muestra una disminución considerable en los niveles de potasio de 6,836 ppm, mientras que To: testigo a los 90 días, muestra un nivel de potasio ligeramente en aumento frente a los



demás tratamientos con un valor de 7,986 ppm. Materia orgánica (MO), T2: a los 30 días tiene un contenido de materia orgánica más alto con un valor de 28,47% valor que es significativo frente a los T1: a los 15 días con un valor de 12,73% y el To: testigo a los 90 días que representa un valor de 12,98% sin embargo el T:3 a los 60 días muestra una disminución del contenido de materia orgánica en comparación con el T:2 a los 30 días y conductividad eléctrica (C.E), el T1 a los 15 días tiene una C.E. de 3280 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido del T2: a los 30 días con un valor de C.E. de 2650 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, el T3: a los 60 días tiene una C.E. de 1920 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el To: testigo a los 90 días representada por un valor de C.E. 1570 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$. Basándose en los resultados obtenidos en laboratorio, el tiempo de fermentación de 15 días puede producir un Bocashi de alta calidad se encuentra dentro de los rangos en comparación con otras investigaciones realizadas.

Palabras clave: *Abono orgánico, Bocashi, residuos de origen doméstico, parámetros físico-químicos.*



ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of evaluating the effect of the use of solid household waste in the production of organic fertilizer Bocashi type in three times, in the sector of Moyocorral, Abancay, the research was experimental, the design of complete blocks at random (DBCA), with three treatments and three replicates T1: at 15 days, T2: at 30 days and T3: at 60 days compared with the control To: at 90 days, monitoring the physical and chemical characteristics during the fermentation process and degradation of organic waste of domestic origin, to ensure an optimal process in time of harvest of organic compost Bocashi type, the results achieved were; the percentage of moisture the T2 at 30 and T3: at 60 days reaches a value of 60.11 and 59.87 % and To: control at 90 days reached a value of 58.79 % moisture different from all treatments. The T1 at 15 days, is different with a value of 52.59%, the temperature reached between treatments were as follows; T1: at 15 days reaches an average of 49.67 °C the T2: at 30 days 51.13 and T3: at 60 days represented 51.3 °C and To: witness at 90 days 22.93 °C, which meets within the established ranges of the percentage of moisture, finally data was recorded for 6 chemical parameters, pH, reaches values of 7.82, which increases in T2: at 30 days reaching 8.20 pH, however, in T3: at 60 days it decreases slightly to 7.78 pH, represented by the To: control at 90 days with a pH of 7.90. Total nitrogen (N), T1: at 15 days shows a value of 0.64% of total nitrogen, increasingly T3: at 60 days reaches a value of 1.35% of total nitrogen and T2: at 30 days reaches a value of 1.42% of total nitrogen while the To: control at 90 days represents a value of 0.65%. Phosphorus (P_{2O_5}) ppm, for T1: at 15 days, phosphorus levels were 48.6 ppm, increasing for T2: at 30 days with a level of 78.4 ppm, for T3: at 60 days with a level of 84.6 ppm and the To: control at 90 days reached a level of 104.7 ppm. Potassium (K_2O) ppm, T1: at 15 days shows that the potassium level was 7.943 ppm, T2: at 30 days, shows that there was a slight decrease in potassium level of 7.942 ppm, while T3: shows a considerable decrease in potassium levels of 6.836 ppm, while To: control at 90 days, shows a slightly increasing potassium level compared to the other treatments. Organic matter (OM), T2: at 30 days has a higher organic matter content with a value of 28.47%, which is significant compared to T1: at 15 days with a value of 12.73% and the To: control at 90 days, which represents a value of 12.98%; however, T:3 at 60 days shows a decrease in organic matter



content compared to T:2 at 30 days and electrical conductivity (E.C.). E), T1 at 15 days has an E.C. of 3280 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, followed by T2: at 30 days with an E.C. value of 2650 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, T3: at 60 days has an E.C. value of 1920 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$ and the To: control at 90 days represented by an E.C. value of 1570 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$. Based on the results obtained in the laboratory, the fermentation time of 15 days can produce a high quality Bocashi is within the range compared to other investigations carried out.

Keywords: *organic fertilizer, Bocashi, household waste, physicochemical parameters.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Durante la última década se dio un incremento considerable de la población trayendo consigo la sobre explotación de los recursos para satisfacer la demanda de la población, por consiguiente, es la causa primordial de la emisión de desechos sólidos. Según el Banco mundial sostiene que, el incremento de desechos sólidos crecerá de 2010 a 3400 millones de toneladas en 30 años.

Según un reciente informe de la Defensoría del Pueblo, En el Perú, la pandemia ha hecho más evidente el incremento en la acumulación de basura en las calles y el 70 % se produce en los domicilios. Donde cada uno de los individuos generan un promedio de 0.61 kg diarios, lo que conlleva un crecimiento significativo de los desechos sólidos. Por su naturaleza estos residuos están principalmente conformados por restos de cocina y alimentos 47%, plástico 9.48% y desechos peligrosos 6.37%.(Paiva, Tarazona, Nuñez 2021).

Con el creciente aumento de la población de la provincia de Abancay, ha colapsado el botadero municipal de Quitasol Imponeda y se han incrementado los botaderos clandestinos. A causa de la disposición final deficiente de residuos y comportamiento de la población, dejando los desechos de forma inadecuada, esto viene provocando contaminación en el medio ambiente, a pesar de tener conocimiento que esta mala praxis que emanen gases que contribuyen al calentamiento global y filtraciones nocivas lo que hace que represente un riesgo a la salud colectiva, a la calidad de agua y suelo. Además, mencionar que estos vertederos de residuos sólidos ocasionan graves problemas de contaminación en el agua, suelo y aire (Minchan Et Al. 2018).

Debido a todo, antes mencionado se realizó la investigación sobre la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a base de residuos domésticos, en el sector de Moyocorral, distrito y provincia de Abancay-Apurímac.



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Será posible evaluar el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi en tres tiempos?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el tiempo óptimo para la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen domestico?
- ¿Cuál será el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico?
- ¿Cuál será el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico?

1.3 Justificación de la investigación

En nuestro país existe considerable generación de residuos sólidos orgánicos, así como también en diferentes regiones del país, no siendo ajeno el sector de Moyocorral distrito-provincia de Abancay – Apurímac, provocando graves problemas medio ambientales y la salud pública, lo cual se aprovecha para elaborar abono orgánico tipo bocashi que contiene un alto valor nutritivo, por tanto tiene la capacidad de mejorar la diversidad microbiana, las condiciones físico químicos del suelo y aumentar el rendimiento de los cultivos.

Impacto económico: En la actualidad los abonos sintéticos tienen un costo elevado en comparación con los abonos orgánicos, la propuesta brinda una oportunidad de generar sus propios abonos a partir de la disponibilidad de material orgánico de origen domestico dándole un segundo uso en la elaboración de bio fertilizante de tipo Bocashi, y esto a su vez permite practicas amigables con el medio ambiente, de igual forma reducirá de manera positiva la acumulación de restos orgánicos en los vertederos clandestinos, puesto que, los residuos sólidos al no tener un manejo adecuado son potenciales de contaminación.



Impacto ambiental: La presente tesis de investigación pretende fomentar la reutilización de los restos orgánicos de origen domestico que sea presentado como alternativa de propuesta para disminuir el uso de fertilizantes sintéticos que ocasiona daños al medio que nos rodea, porque se podrá mejorar el contenido nutricional a menor costo sin la necesidad de utilizar estos productos, que limitan la microfauna existente en el suelo y afecta a la salud del hombre y los animales.

Impacto social: Al adoptar este método de producción de abonos orgánicos tipo bocashi, los beneficiados serán el público en general, como los agricultores, porque podrán mejorar la calidad de sus productos, alimentación familiar sana, incrementar sus ingresos económicos y disminuir la contaminación ambiental.

Impacto metodológico: Esta investigación permite generar conocimientos sobre el tiempo de elaboración de abono orgánico tipo bocashi y su efecto de sus características físicas como: (temperatura, humedad y color), químicos (Ph, N,P,K, Materia orgánica y C.E.), se utilizó las técnicas metodológicas, el análisis se realizó en el cuadro de ANOVA y la prueba de Tukey para determinar comportamientos similares entre los tratamientos.

En ese sentido la tesis de investigación busca determinar cuál es el efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el tiempo óptimo para la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico.
- Determinar el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico.
- Determinar el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El uso de residuos sólidos de origen doméstico tiene efecto favorable en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi en tres tiempos.

2.2.2 Hipótesis específicas

- El tiempo de obtención es significativo en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico.
- El efecto de las características físicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico.
- El efecto en las características químicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico.



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Aplicación del estudio
Variable independiente Residuos sólidos orgánicos de origen domestico	Desechos de origen orgánico, presentan características por su capacidad de poder ser desintegrados de forma natural y rápida, y ser transformados en otro tipo de material benéfico (Escobar, 2014).	Los residuos sólidos orgánicos de origen domestico como cascaras, vegetales, frutas, verduras, restos de huertos, etc. se aplicaron en una secuencia de descomposición para la elaboración de abono orgánico tipo bocashi en de tres tiempos: T:1 a los 15 días. T:2 a los 30 días, T3: a los 60 días así mismo se llevó a cabo la comparación con el testigo elaborado en 90 días, los resultados de la composición se realizaron mediante análisis de laboratorio.

Tabla 2 — Variable dependiente

Variable	Dimensión	Definición conceptual	Indicadores	Índice/medición
Variable dependiente Abono orgánico tipo Bocashi	Características físicas	Existen ciertas propiedades del bocashi que no se pueden definir con precisión, como el color, que es visible y medible, pero su interpretación varía según la percepción individual, las diferentes características físicas que tiene, el color, humedad y temperatura (Jordán y Pizarro, 2020).	• Humedad • Temperatura • Color	% °C Observación
	Características químicas	La composición química varía de acuerdo a los procesos realizados, producción, el periodo de descomposición, actividad microbiana y los tipos de residuos utilizados, serán estas condiciones los que determinan la calidad nutricional de los abonos orgánicos, respecto a su contenido nutricional y su eficiencia para suministrarlos (Loarte Et Al., 2018).	• pH • N • P • K • Materia orgánica • Conductividad eléctrica	Rango % % % % ds/m
	Tiempo óptimo de obtención	El tiempo de preparación es relativamente corto, los beneficios en el suelo agrícola son excepcionales y su aplicación es sencilla y no genera olores desagradables (Jordan, y otros, 2020).	• Tiempo	Días

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Jordán y Pizarro (2020), en el estudio denominado “Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria”, realizado en el distrito de Majes, Arequipa; en la cual el tiempo de ejecución fue durante un periodo 31 días, en la cual se realizó volteos de las pilas dos veces al día y su evaluaron en campo experimental fueron los siguientes características físicas y químicas, como la temperatura ambiental de 24.2°C (min) y 30.1°C (máx.), temperatura del abono de 27°C (min) y 52.1°C (Max), humedad con 30 % a un 95%, y pH se obtuvo un promedio de 7.2. De esta forma se llevó a cabo la elaboración del abono tipo bocashi, mediante un análisis de laboratorio, en la cual analizaron los siguientes parámetros físico-químicos: pH (8.85), nitrógeno (N) 0.81%, calcio (CaO) 1.97%, magnesio (MgO) – 0.44% y conductividad eléctrica (CE) 24.80 dS/m. Finalmente, se registró que los 7 parámetros analizados en laboratorio (Conductividad Eléctrica (CE), pH, fósforo, potasio, calcio, magnesio y nitrógeno) se encuentran dentro de los rangos de comparación de los trabajos analizados a excepción de dos (magnesio y nitrógeno) que se encuentra por debajo del promedio.
- b) Cutipa (2015), señala que: en el estudio “Elaboración de abono tipo Bokashi a partir de los restos de cocina domiciliarios, en el distrito de Moquegua”, tiene como objetivo, obtener abono orgánico tipo Bokashi a partir de los residuos orgánicos domiciliarios del distrito de Moquegua; se llevó a cabo el procedimiento en dos etapas, en la primera etapa estuvo relacionada con el acopio, segregación y el tratamiento de los restos orgánicos de cocina domiciliarios de restaurantes y viviendas. La segunda etapa está relacionada con la preparación los tratamientos del abono tipo Bokashi, en la cual se desarrolló la formulación propuesta, variando la fuente de carbono que fue los residuos orgánicos domiciliarios, T-1 (1000g); T-2 (1250g); T- 3 (1500g); T-4 (1750) y T-5 (2000g), el tiempo de duración de los tratamientos fue de 15 días, donde se registraron datos de temperatura (diariamente), pH (cada 3 días mañana, tarde y noche), al término del tiempo establecido, se evaluó



el porcentaje de carbono, nitrógeno, la relación carbono/nitrógeno (C/N) y el % de rendimiento. Obteniéndose como resultado el porcentaje de nitrógeno (1.41 %) y carbono (24,81 %), la relación C/N (17,62%) y % de rendimiento de (80,6%). Llegando a la conclusión que se obtuvo abono orgánico tipo Bocashi a partir de residuos orgánicos domiciliarios en los 5 tratamientos propuestos en la presente investigación en un tiempo de 15 días de alta calidad.

- c) Machicao (2022), en el estudio denominado “Evaluación de degradación de los residuos sólidos orgánicos en la planta de tratamiento, mediante la generación de abono orgánico Moho”, se realizó con el objetivo de Determinar el tiempo de degradación de los residuos orgánicos, en la elaboración de abono orgánico, en la planta de tratamiento de residuos sólidos de MOHO, con el uso de las diferentes camas de compostaje; para lo cual se llevó a cabo la preparación de 3 camas de tierra, concreto y lombricultura; con residuos orgánicos en cantidades iguales, se realizó en el tiempo de 3 y 4 meses, con sus respectivos volteos, monitoreando los parámetros fisicoquímicos importantes para asegurar un óptimo proceso, control de T°, humedad, pH. De esta manera se realizó a través de la determinación del pH 6,70, conductividad 553 Us/cm, humedad 43,41%, materia orgánica 18,36%, ceniza 38,24%, nitrógeno total 0.82%, Potasio (K) 2270,00 mg/Kg, Fosforo(P) 3071,00 mg/Kg; cama de concreto, determinación del pH 9,00, conductividad 1853 Us/cm, humedad 25,66%, materia orgánica 34,70%, ceniza 39,64%, nitrógeno total 1,38%, Potasio (K) 3700 mg/Kg, Fosforo(P) 8930mg/Kg; cama de lombriz, determinación del pH 6,60, conductividad 512 Us/cm, humedad 47,75%, materia orgánica 16,88%, nitrógeno total 0,53%, Potasio (K) 1590 mg/Kg, Fosforo(P) 2289 mg/Kg.
- d) Manzur (2019), en el estudio “Elaboración de brique abono, mediante el uso de residuos sólidos domiciliarios orgánicos obtenidos del centro poblado Zungarococha, Loreto”, se trabajó con 98 familias de la población total conformada por 1,500 habitantes, siendo la toma de muestras y su respectivo pesado se realizaron durante 7 días. La Generación Per Cápita se calculó tomando el número total de personas que habitan en la vivienda seleccionada respectivamente para la muestra y el peso generado de sus residuos. La evaluación de los resultados nos muestra que se aprovecharon los residuos sólidos domiciliarios orgánicos (RSDO) de las familias



designadas, sacándose diariamente por familia un promedio de 4.69 kg, semanalmente para una familia promedio de 5 personas, 32.83 kg y con una proyección anualmente 1.58 tn. El tratamiento T1 obtuvo el mejor peso con 2,9Kg. En relación a la humedad obtenida se observó que el tratamiento T3 posee la mayor humedad con el 69.5% y el tratamiento T2 presenta la menor humedad con el 56.5%, en relación a los demás tratamientos. En cuanto a la consistencia a la resistencia el tratamiento T2 mostró la mejor consistencia a la compresión con 123 kg/cm² para una humedad de 44%. y el tratamiento que mostro la menor resistencia a la compresión fue el T1 con 94.4 kg/cm² para una humedad de 39%.

- e) Ninco, Sánchez (2017), indican en el estudio de “Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio el rosal, Cundinamarca”, en el cual se lleva a cabo un desarrollo experimental que consiste en una serie etapas; en primer lugar se inicia con la adecuación del terreno en donde se desarrolla el proceso teniendo en cuenta la cantidad recolectada en el diagnóstico, en segundo lugar se procede con la recolección de los residuos durante 3 semanas generando una cantidad total de 886 kg de residuos sólidos, luego se conforman las pilas donde se distribuye la cantidad recolectada en dos tratamientos de la siguiente forma: tratamiento 1 (residuos + aserrín +EM) y tratamiento 2 (residuos + restos de poda + EM); de modo que cada semana de recolección es un ensayo para cada tratamiento dando un total de 3 ensayos con el propósito de demostrar la influencia de la relación C/N en el proceso del compostaje y en el producto final. En último lugar se desarrolla la medición y control de los parámetros que influyen en el proceso tales como la temperatura interna de la pila, pH, humedad, temperatura ambiente y volteos; el proceso se da por terminado en 52 días al comprobar que las pilas llegan a la temperatura ambiente.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Residuos solidos

De acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 (2000), lo define como las sustancias, productos o variaciones, que se encuentran en estado sólido o semisólido en cuanto se dispone o está en la obligación de disponer frente a la normativa nacional así como de riesgos que causan a la salud y al ambiente, para



lo cual su manejo debe incluir las siguientes operaciones: minimización de residuos, separación de la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y finalmente la disposición final de residuos. (art.14)



FUENTE: Ciencia UNAM, 2011

Figura 1 — Residuos sólidos urbanos

3.2.2 Clasificación de residuos sólidos

La clasificación y composición de los desechos sólidos están interrelacionadas, el conocimiento de la clasificación de los residuos y su composición tanto física como química, resultan relevantes para la selección y operación de equipos e instalaciones, en la evaluación de la factibilidad de la recuperación de recursos y energía, y en el análisis y diseño de las instalaciones de disposición (Tchobanoglous, 1982, P.53).

Según la Ley N° 27314 (2000), los clasifica de la siguiente manera:

a) Según su origen

- **Residuo domiciliario**

Son los residuos generados en las labores domésticas, las cuales componen restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas de vidrio y plástico, latas, cartón, pañales, descartables, restos de higiene personal y demás restos similares.

- **Residuo comercial**

Son residuos constituidos por papel, plásticos, latas, entre otros. Por su origen, se encuentran principalmente en restaurantes, supermercados, tiendas, etc.

- **Residuos de limpieza de espacios públicos**

Estos residuos se producen en las actividades de barrido y limpieza pública, en pistas parques y otras áreas del entorno público de las ciudades.

- **Residuo de establecimiento de atención de salud**

Este tipo de residuos se consideran peligrosos al ser agentes infecciosos de alto riesgo debido a presentar contaminación, estos restos son generados en establecimientos hospitalarios.

- **Residuo industrial**

Son los residuos generados en establecimientos de manufactura minera, química, energética, pesquera y similares; entre los cuales se encuentran: las cenizas, lodos, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, que a su vez se encuentran combinados con sustancias alcalinas o acidas, además de incluir residuos peligrosos.

- **Residuo de las actividades de construcción**

Restos producidos en actividades como, construcciones y demoliciones de obras, por ejemplo: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otros.

- **Residuo agropecuario**

Residuos que se producen en actividades agrícolas y pecuarias, tales como: envasado de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, y otros utilizados en estas actividades

- **Residuo de instalaciones o actividades especiales**

Son los residuos producidos en infraestructuras de gran dimensión como plantas de tratamiento de agua destinado al consumo humano, o de aguas de tratamiento residual, terminales, terrestres, etc.

b) Por su peligrosidad

- **Peligrosos**

Son los residuos que pueden provocar daño en las personas o al medio ambiente, de no ser manejados adecuadamente. Es así que, para ser considerados peligrosos, debe presentar al menos una de las siguientes características: combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad o radiactividad.

- **No peligrosos**

Son aquellos que por sus características o el manejo no representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente.

c) Residuos del ámbito municipal y no municipal

- **Residuos municipales**

Se considera a todos los residuos generados en domicilios, comercios, establecimientos que desarrollan actividades que producen residuos similares a los anteriores mencionados, constituidos bajo la responsabilidad de la gestión de las municipalidades.

- **Residuos no municipales**

Son todos aquellos residuos generados en procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de la gestión municipal.

d) Por su naturaleza

- **Orgánicos**

Según (OEFA 2014), los define como aquellos residuos que son de origen animal o vegetal, que se descomponen naturalmente, en su

descomposición estos generan gases (dióxido de carbono y metano). Además de generar lixiviados en los lugares de disposición final y tratamiento de los mismos. También precisa que al darles un tratamiento adecuado a estos residuos se pueden aprovechar para la elaboración de abonos orgánicos mejoradores del suelo. (p. 9)

- **Inorgánicos**

Según (OEFA 2014) indica que, los residuos de este tipo son considerados de origen mineral o los que se generan de forma industrial, los cuales no se degradan con facilidad, que pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje.

3.2.3 Composición de residuos sólidos

Según Sharholy Et Al. (2008) señala que: “La información referente a la cantidad de residuos sólidos generados por una región y su caracterización, constituye una herramienta para la planificación del proceso de recolección de residuos sólidos y el diseño de los sistemas de eliminación a utilizar” (p.459).

La cantidad porcentual de los materiales que son reciclados como el cartón y el papel representan porcentajes bajos, esto puede ser causado por distintas características como, el nivel socioeconómico de los pobladores, patrones de consumo, además de la situación en que muchos de los materiales reciclables son recuperados de manera informal en el proceso de manejo de residuos sólidos (OPS 2005).

Tabla 3 — Tipificación de los residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo (%)

País/Ciudad	Cartón y Papel	Metal	Vidrio	Textiles	Plásticos	Orgánicos y putrescibles	Otros
Costa Rica	20,7	2,1	2,3	4,1	17,7	49,8	3,3
Perú	7,5	2,3	3,4	1,5	4,3	54,5	25,9
Caracas	22,3	2,9	4,5	4,1	11,7	41,3	11,2
Asunción	10,2	1,3	3,5	1,2	4,2	58,2	19,9
Ecuador	9,6	0,7	3,7	0	4,5	71,4	0
Guatemala	13,9	1,8	3,2	0,9	8,1	63,3	8,8
México	20,9	3,1	7,6	4,5	8,4	44	11,5

FUENTE: Peralta, Vélez, 2011

Los desechos sólidos presentan una interrelación frente a su clasificación y composición, debido a su estudio físico y químico, los resultados son relevantes para la selección y operación de equipos e instalaciones, así como en la evaluación de la factibilidad de la recuperación de recurso y energía, además del diseño de las instalaciones a disponer (Tchobanoglous, 1982).

3.2.4 Separación y presentación de residuos sólidos

La separación de residuos desde el origen consiste en la clasificación en diferentes componentes de los residuos sólidos en la fuente de generación, Hui (2006) sugirió separar en material de compostaje (residuos de alimentos), materiales combustibles (fibra y papel) y materiales reciclables (metales y vidrios) para luego ser recolectados y enviados a los destinatarios adecuados.

La realidad para América Latina y el Caribe es que la separación de residuos desde el origen se encuentra en estado incipiente, algunos países han regulado a través de leyes la implementación del sistema por parte de los generadores de residuos pero en la práctica no ha sido aplicado (OPS, 2005; Peralta Y Col, 2011; Noguera 2010); ya sea por falta de disposición de los usuarios o generadores, o por deficientes políticas y estrategias de implementación por parte de los prestadores del servicio de aseo urbano o simplemente por la inexistencia de consciencia ecológica de ambas partes.



FUENTE: Saot, 2022

Figura 2 — Separación de residuos

3.2.5 Recolección y transporte de residuos sólidos

Según Jaramillo (1999), señala que: La recolección de residuos sólidos se define como el conjunto de actividades que incluye la recogida y transporte de los residuos sólidos desde los sitios destinados para su depósito o almacenamiento por parte de los generadores hasta el lugar donde serán descargados, este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, de tratamiento, una estación de transferencia o un relleno sanitario. (p.57)

La mayor parte del presupuesto destinado a esta actividad y para la disposición final de los residuos es por parte de las empresas/municipios (Jaramillo 2002); es así que la (OPS 2005) señaló que entre el 60% y el 70% del costo total del servicio en países de Latinoamérica son utilizados para la recolección y disposición final de los residuos sólidos.

3.2.6 Tratamiento y disposición final de residuos sólidos

Una vez recolectados los residuos deben ser procesados y tratados para finalmente ser colocados en los lugares destinados para su disposición final. El procesamiento se realiza con la finalidad de separar objetos voluminosos, separar los componentes de los residuos, la reducción de tamaño (tritución), separar metales ferrosos y la reducción de volumen (compactación). Mientras que los procesos de tratamiento buscan reducir el volumen y peso de los residuos y la recuperación de subproductos (Jaramillo, 2002, P.61).

De acuerdo a ROBEN (2002) manifiesta que, “un método frecuente es la transformación de los residuos orgánicos en compost o abono orgánico mediante un proceso biológico llamado compostaje”. “Otro método muy utilizado es la incineración, la cual es un proceso de reducción química del volumen de los residuos, la tendencia en países desarrollados es la de utilizar la incineración con recuperación de energía en forma de calor” (Tchobanoglous 1982; Jaramillo 1999).



3.2.7 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos, son el material como resultado de la descomposición de forma natural de desechos orgánicos mediante la acción de microorganismos presentes en el medio, de esta forma dirigen los materiales que se transforman en otros componentes beneficios para el aporte de nutrientes al suelo, en consecuencia, a las plantas que se cultivan en dicho suelo. Es así que se reconoce como un proceso controlado y acelerado al llevar a cabo la descomposición de los residuos, pudiendo ser aeróbico o anaeróbico, obteniendo un producto de alto valor como mejorador de suelo (Libreros 2012).

Los abonos orgánicos por su origen y naturaleza son de origen natural, son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal y mixto que se incorporan en la tierra, con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Los cuales pueden constituir residuos de cultivos en actividades de campo, como cultivos para abonos verde, restos orgánicos agropecuarios, de igual manera con restos orgánicos a partir del proceso de actividades domésticas (cascaras de verduras, frutas, etc.), de los cuales se obtiene el compost preparado con las mezclas de los compuestos previamente mencionados. (Borrero 2008).

3.2.8 Composición de los abonos orgánicos

Su composición presenta altos contenidos de nitrógeno, minerales y cantidades relevantes de otros componentes significativos de nutrientes en cultivos (Cegarra Et Al. 1993). Es así que depende de la cantidad aplicada es que provoca un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, de igual forma en la capacidad de retención de humedad y en el pH, (Quédraogo, Mando, Zombré 2001; Courtney, Mullen 2008), así como en el potasio, calcio y magnesio (Erhart & Hartl, 2003).

3.2.9 Origen y compostaje de los abonos orgánicos

La procedencia de los abonos orgánicos y su dinamismo es muy diferente según hablemos de ecosistemas naturales con vegetación permanente o hablemos de ecosistemas agrícolas, aun así, para ambos, la fuente originaria de lo que



entendemos como abonos orgánicos serán mayoritariamente desechos de origen animal, vegetal o mixto.(Farfán, 2002, P.17).

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica Alfonso (2010). De acuerdo a Paneque & Calaña (2004), manifiesta que: Para que los microorganismos desarrollados en el abono puedan vivir y llevar a cabo la actividad de descomposición es necesario que se encuentre en condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación; tomando en cuenta que su origen se basa en residuos naturales de plantas y animales.

Según Peña Et Al. (2002) señala que: el nombre que recibe el producto final obtenido del compostaje del abono es compost, el cual posee un alto contenido de materia orgánica y nutrientes, siendo este mismo aprovechado como abono orgánico o parte del sustrato usado en viveros.

Tabla 4 — Clasificación de abonos orgánicos

Fuente de nutrimentos	Grado de procesamiento	Sólido	Líquidos
Materia orgánica	Sin procesar	Residuos vegetales: R. de cosecha R. de poda R. de postcosecha Residuos de animales: Estiércoles frescos R. de matadero y otros Cobertura: Abonos verdes	Efluentes: Pulpa de café Desechos de origen animal-otros residuos líquidos
	Procesados	Compost Lombricompuesto Bocashi Ácidos húmedos	Biofermentos Té de compost Ácidos húmedos Té de estiércol Extractos de algas
FUENTE: Soto, G. 2003			

3.2.10 El abono orgánico tipo bocashi

Este tipo de abono es de origen orgánico, al ser elaborado mediante proceso de descomposición y fermentación de residuos orgánicos vegetales y animales, ya que al ser aplicadas en condiciones favorables de humedad y temperatura permite



un aporte importante de nutrientes esenciales en el suelo, tales como: el hierro, nitrógeno, potasio, magnesio, entre otros, así como del aporte en las características físicas y químicas del suelo. Por lo tanto, el abono tipo bocashi permite la mejora y estimulación en la existencia de microorganismos en el suelo y la óptima nutrición de los cultivos existentes (Loarte Et Al., 2018).

3.2.11 Características químicas del bocashi

La composición química varía de acuerdo a los procesos realizado, producción, tiempo de fermentación, actividad biológica y el tipo de materiales utilizados, serán estas condiciones que afectarán en la calidad de los fertilizantes orgánicos, respecto a su composición de nutrientes y su capacidad de poder proveerlos (Loarte Et Al., 2018).

Para acelerar el proceso de la descomposición del Bocashi, los agricultores están adoptando la aplicación de microorganismos efectivos que puedan descomponer las materias primas, orgánicas que se encuentran dentro de su composición a tasas más altas. Este microorganismo llamado E.M., se puede utilizar como enmienda del suelo, descomponer la materia orgánica y agentes de control de enfermedades (Baltodano, 2002, P.45).

3.2.12 Características físicas del bocashi

Las distintas características físicas describen la transformación y la evolución temporal entre estados de la materia, en este caso el abono tipo Bocashi. Existen ciertas características del bocashi que no se pueden definir con precisión, como el color que es visible y medible, pero la percepción de cada característica tiene una interpretación específica, por ello aquí presentamos las diferentes características físicas que contiene un abono orgánico tipo Bocashi (Jordán & Pizarro, 2020).

a) Color

Debido a sus colores oscuros de este tipo de abonos tienen la característica de absorber mayor cantidad de radiación solar, lo que contribuye a la mejora de la estructura y textura del suelo arcilloso, gracias a esto el suelo arcilloso se vuelve más ligero y el suelo arenoso más denso. De tal manera que aumenta la

permeabilidad del suelo porque afecta el drenaje y aireación del suelo, por lo cual disminuye la erosión del suelo producto de los recursos hídricos y eólicos.

b) Humedad

La capacidad de retención de agua en el suelo aumenta permitiendo una mayor absorción de agua cuando llueve, lo cual aporta agua en el suelo durante el verano (INFOAGRO 2020). La humedad requerida durante el proceso de elaboración para el Bocashi es inicialmente 60% desciende de manera rápidamente, para lo cual una humedad excesiva limita la buena oxigenación del proceso de elaboración y debido a la insuficiente actividad de los microorganismos aeróbicos, y la formación de condiciones reductoras favorables a la desnitrificación, puede promover una mayor pérdida de nitrógeno (Meléndez & Soto, 2003, P.47).

c) Temperatura

La temperatura se genera debido a la intensa actividad de microorganismos en la mineralización de materia orgánica. Las temperaturas mayores a 55°C pueden maximizar el estado operativo de los procedimientos, la temperatura es un factor fundamental para la transformación del estiércol de pollo y todos los desechos animales frescos. Pero no son esenciales para el compostaje de residuos vegetales bajo ninguna circunstancia. La temperatura de 45-55°C es beneficiosa para la velocidad de descomposición, y la temperatura por debajo de 45°C es beneficiosa para la diversidad de microorganismos y reduce la volatilización del nitrógeno, para el abono tipo Bocashi la temperatura ideal debe estar entre 45- 50 °C los nutrientes se absorben más fácilmente (Meléndez y Soto, 2003, P.47).

3.2.13 Teorías químicas

De acuerdo a Jordán y Pizarro (2020) señala que, La naturaleza química de la sustancia determina el cambio en la composición de la sustancia. Cualquier sustancia reaccionará y cambiará su estructura cuando se exponga a una serie de reactivos o condiciones específicas. Estos cambios pueden ser más o menos



peligrosos y, para evitar la eventual conversión asociada a ellos, se han realizado extensas pruebas de laboratorio. (p.13)

a) PH

Es la medida con la que se evidencia los iones hidronio en una solución. Su valor varía de 0 a 14, donde un valor menor a 7 representa un valor - ácido, igual a 7 un valor neutro y un valor básico mayor a 7. En abonos, el pH adecuado se recomienda entre 5,5 a 6,8. En algunos casos más específico se requiere que el pH sea inferior a 5,5. (Barbaro, Karlanian, Mata 2020).

Debido a que los ácidos orgánicos se producen a partir de la degradación de las fracciones orgánicas con menor estabilidad, el pH del compost tiende a disminuir al inicio del proceso, para seguidamente, el valor del pH aumenta y el proceso de amoníaco juega un rol importante al absorber los protones, todo esto a causa de la degradación de compuestos ácidos y la mineralización de los compuestos con contenido de nitrógeno en forma de amoníaco. (Ambientum 2020).

Según Tortosa (2013), señala que, la conducta y cambio en el transcurso de la actividad de compostaje, el PH es un parámetro indicativo de un buen anticipo del producto. Las elevadas temperaturas y el pH alcalino cumplen un buen rol en la disminución del amoníaco gaseoso, esto genera un impacto de la estimación final del compost. Así mismo el amoníaco libre genera disminución del crecimiento y rendimiento de los microorganismo y plantas, además tiene una elevada reacción con varios compuestos orgánicos.

b) NPK (nitrógeno, potasio, fosforo)

De acuerdo Plagron (2020) indica que, los principales nutrientes de las plantas son las diferentes formas de macronutrientes, las cuales resaltan por su importancia en la nutrición vegetal, tales como:



- **Nitrógeno**

Compuesto necesario para formar clorofila en las plantas, además de ser parte de los aminoácidos a partir de los cuales se generan proteínas, este último muy necesario para todos los procesos posibles en las plantas como en el crecimiento, calidad de hojas y frutos y promover su óptimo desarrollo.

- **Fósforo**

Es parte del trifosfato de adenosina vegetal (ATP), actúa como proveedor de energía en todo el proceso de crecimiento, reparación y mantenimiento de la planta, además de estar presente en el proceso de fotosíntesis y la conversión de azúcar en energía. Son las plantas de crecimiento rápido que utilizan mayor cantidad de fósforo durante la floración para producir flores y frutos.

- **El potasio**

Mejora la resistencia de las plantas y ayuda a fortalecer las paredes celulares. Regula la apertura y cierre de las estomas, regulando así la absorción de dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua y oxígeno por las plantas. El correcto funcionamiento de las estomas es fundamental para la fotosíntesis, el transporte de nutrientes y la temperatura de la planta.

c) Materia orgánica

Se hace referencia a la cantidad de residuos orgánicos, tienen una elevada competencia en el intercambio catiónico, de igual manera con la ventaja que representa para la microestructura del suelo y es un factor positivo para soportar la erosión del suelo. Generalmente, en los primeros centímetros del suelo (los primeros 5 centímetros en el área natural, la profundidad de la tierra cultivada es de unos 10 cm), la mayor cantidad de materia orgánica se da en los primeros centímetros de suelo, conforme avanza la materia orgánica hacia lo profundo va disminuyendo hasta desaparecer paulatinamente en el suelo. Sin embargo, en las terrazas inferiores de los ríos se puede encontrar altos niveles de materia

orgánica, las cuales se forman cuando se depositan los sedimentos del río. (Garrido 1994).

d) Conductividad eléctrica

Hace referencia a la concentración de sal disuelta que se encuentra en la solución de sustrato y es medida por conductividad eléctrica, de tal manera que posee la capacidad del material para conducir corriente, mientras más rápido sea su valor de igual manera fluye la corriente, siendo que si la conductividad eléctrica significa que mayor es la concentración de sal, de esta forma se recomienda que la conductividad eléctrica del sustrato sea baja, debe encontrarse mejor de 1dS - m1 (1+5 v/v), al ser menor la conductividad eléctrica facilitara la fertilización y de igual manera evita inconvenientes por la fitotoxicidad del cultivo. (Barbaro, Karlanian, Mata 2020).

e) Relación carbono – nitrógeno

Este vínculo se refiere a que el nitrógeno orgánico que se encuentra en los residuos orgánicos es biodegradable y por consiguiente puede ser utilizado; al contrario del carbono orgánico, debido a que una gran cantidad de este está contenida en compuestos no biodegradables, siendo difícil su disponibilidad en la agricultura. De esta forma, si el carbono obtenido del proceso de fermentación tiene un valor elevado, se entiende que su descomposición no ha culminado, si es mínimo, puede ser debido a la mineralización elevada. (Dirección Zonal Huancavelica 2013).

La proporción ideal para este tipo de abono es de 23:55, ya que una proporción más baja ocasionaría la pérdida de nitrógeno debido a la volatilización, caso contrario si fuera más alta aumentaría el proceso de fermentación. (Dirección Zonal Huancavelica 2013).



Tabla 5 — Rango óptimo de la relación carbono/nitrógeno en diferentes residuos

NITROGENO Y SU RELACION C/N EN DIFERENTES MATERIALES			
MATERIAL		%N2	C/N
Residuos de comida	Fruta	1,52	34,80
	Mataderos	7,0-10	2
Estiércoles	Vaca	1,70	18
	Cerdo	3,75	20
	Aves	6,30	15
	Oveja	3,75	22
Fangos activados	Digeridos	1,88	15,70
	Crudos	5,60	6,30
Madera y paja	Serrín	0,10	200-500
	Paja trigo	0,30	128
	Madera	0,07	723
Papel	Mezclado	0,25	173
	Periódico	0,05	983
	Revistas	0,07	470
Residuos de jardín	Césped	2,15	20,10
	Hojas caídas	0,5-1	40-80
Biomasa	General	1,96	20,90
FUENTE: Ambientum, 2020			

3.2.14 Teorías biológicas

El abono orgánico es favorable para una adecuada aireación y oxigenación del suelo, a medida que la actividad radicular del suelo aumenta, también lo hace la actividad microbiana aeróbica, los abonos como el bocashi de tipo orgánico representan para los microorganismos una fuente de poder, vitalidad y es así como se reproducen exponencialmente.(INFOAGRO, 2020).

a) Microorganismo (hongos, actinomicetos y bacterias totales)

Según Meléndez y Soto (2003), los microorganismos que se encuentran en el proceso de compostaje dependen del sustrato y el desarrollo del proceso, lo cual determina para el tipo de compost, su interacción y secuencia de tiempo. A pesar de la existencia de bacilos termófilos, son las bacterias y hongos los que permiten la etapa mesófila, en especial las bacterias de género *Bacillus*. Cabe resaltar que la desintegración que realizan las bacterias es del 10% cuando los actinomicetos son entre 15-30%.



- **Hongos**

Este microorganismo tiene la capacidad de transferir agua y fósforo del suelo a la planta a través de las raíces; estos crecen en el suelo, cuando mueren las plantas, estos expulsan esporas cuando existan más plantas, así el hongo vuelve a crecer. Tiene un rol importante en el inicio de ciclo de vida mediante el inóculo, siendo la mejor forma de economizar en la agricultura y obtener plantas saludables al realizar la combinación de los abonos orgánicos (estiércol, compost, lombrices) con el inóculo aplicado a los cultivos (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2020).

- **Actinomicetos**

Son una especie de microorganismo ubicuos que se encuentran distribuidos en los ecosistemas naturales, teniendo gran importancia en la degradación de la materia orgánica. Producen diversas actividades como mejorar la estructura del suelo y producir compuestos biológicamente activos con actividad antagónica contra los microorganismos patógenos, siendo el principal productor de antibióticos. (Franco, 2009, P.239).

- **Protozoos**

“Son animales unicelulares que existen en las gotitas de agua de los desechos a compostar, son de baja importancia en la descomposición, aunque también pueden servir como consumidores secundarios, se cultivan orgánicamente al igual que las bacterias” (Haug, 1993).

3.2.15 Componentes utilizados para la elaboración de bocashi

Los componentes y su constitución son importantes para su elaboración, siendo este el aspecto que determina la velocidad en que se desarrolla la descomposición gobernada por la actividad microbiológica y la disponibilidad de nutrientes. Los principales componentes orgánicos son: la celulosa hemicelulosa, ligninas, azúcares y compuestos nitrogenados, estos compuestos tienen diferentes tiempos de descomposición, de acuerdo a su constitución estructural y facilidad ante el ataque de microorganismos (Lynch 1993).

Según Restrepo (2010) indica que, “no existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del Bocashi, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes”:

- **Suelo**

Este componente es imprescindible en la formulación de este tipo de abono orgánico, ya que proporciona los microorganismos necesarios para la correcta transformación de los desechos.

- **Gallinaza y estiércol de ganado**

Son los componentes que se caracterizan por ser las fuentes principales de nutrientes como el nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, entre otros micronutrientes.

- **Ceniza**

Componente que provee al abono de importantes cantidades de potasio, puede ser obtenida de los fogones o cocinas caseras que funcionan con leña.

- **Cal**

Empleado como para neutralizadora de la acidez que se produce en los estiércoles y materiales verdes que constituyen una fuente de calcio y magnesio.

- **Residuos vegetales**

Son parte de una gran fuente de nutrientes para los microorganismos.

- **Suero o ácido láctico**

Componente derivado de la leche. Se comporta como esterilizante y supresor de microorganismos dañinos, además de poseer propiedades hormonales y fungistáticas.

- **Levaduras**

Encargadas de producir sustancias bioactivas, al ser hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular

- **Carbón triturado o en polvo**

La importancia de este componente en el abono es que contribuye a mejorar sus condiciones físicas, tales como la aireación, absorción del calor u humedad; ya que actúa como esponja reteniendo, filtrando y liberando los nutrientes de forma regular.

- **Agua**

Favorece en la creación de mejores condiciones para la correcta actividad y reproducción de microorganismos durante el proceso de fermentación. Sin embargo, el exceso de humedad como la escasez de esta afecta en la obtención de un abono de buena calidad.

3.2.16 Contenido nutricional del bocashi

Según Cerrato Et Al. (2007) señala que, los abonos orgánicos son una opción viable al uso de fertilizantes minerales que proveen de los nutrientes aptos para el cultivo. Sin embargo, es vital conocer la capacidad y potencial de los abonos para de esa forma evitar deficiencias o excesos, resultantes de la adición del abono al suelo, puesto que son útiles y económicos al elaborarlos con residuos agrícolas locales, sin necesidad de ser transportados por largas distancias.

3.2.17 Calidad microbiológica del bocashi

De acuerdo a Uribe (2003) manifiesta que, los análisis microbiológicos que se le realizan al Bocashi incluyen la estimación de microorganismos (hongos, actinomicetos y bacterias totales) mediante aislamientos microbiológicos y conteos de las unidades formadoras de colonias (UFC).

El compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, por lo tanto, los factores que afecten la actividad microbiana tendrán incidencia directa sobre la transformación y calidad del compost. Los microorganismos, para

reproducirse y crecer, deben degradar los residuos para transformar energía y sintetizar nuevo material celular. (Jorge y Olivia, 2007, P.35).

Los microorganismos presentes en el compostaje producen una serie de enzimas extracelulares como proteasas, amilasa, lipasa y otras que digieren los materiales insolubles, transformándolos en solubles y ser utilizados finalmente por estos como nutrimentos en su crecimiento (Jorge y Olivia, 2007, P.35).

3.3 Marco conceptual

a) Abonos orgánicos

Caracterizado por estructurar la nutrición del suelo, además de ser fertilizantes provenientes de origen animal, vegetal y de diferentes alimentos que proceden de otra fuente de origen orgánico (Azabache, 2019).

b) Ambiente

Refiere a todo lo que nos rodea, está compuesto del conjunto de diversos factores físicos, culturales, naturales, sociales, económicos y estéticos que se interrelacionan, coexisten con los seres vivos y su comunidad ecológica (Bermeo, 2018).

c) Bocashi

Termino que define a la materia orgánica que se encuentra en un estado de fermentación, siendo el aditivo nutricional para los cultivos, que provee de un adecuado crecimiento, además de aumentar su rendimiento y calidad (Azabache, 2019).

d) Compost

Producto de la combinación biológica de diversos materiales de desecho, sometido a algunas condiciones que son controlados y manipulados, rico en nutrientes que aporta calidad al suelo, por ende, al cultivo (Cabrera & Rossi, 2016).



e) Disposición final

Procedimiento mediante el cual se enfoca en su tratamiento y destino final, donde los residuos son colocados en un lugar en específico, mediante el proceso de la gestión de manejo de forma duradera, segura, sanitaria y cuidadosa con el ambiente (D.L. N° 1278, 2016).

f) Residuos solidos

Son los objetos o materiales como resultado del consumo del cual hacen uso las personas en condición de desprenderse de dicho objeto, para posteriormente ser manipulado, de esta formase prioriza y diferencia la valorización de dichos residuos para finalmente aplicar su adecuado manejo a una correcta disposición final (D.L. N° 1278, 2016).

g) Reciclaje

Proceso que consiste en separar los residuos aptos para ser transformados en nuevos productos que aporten al medio ambiente (Salazar, 2018).

h) Residuos orgánicos

Desechos de origen orgánico, presentan características por su capacidad de poder ser desintegrados de forma natural y rápida, y ser transformados en otro tipo de material benéfico (Escobar, 2014).

i) Tratamiento de residuos solidos

Proceso que consiste en recolectar y reutilizar residuos orgánicos, para elaborar productos mediante un acondicionamiento que deberá ser evaluado para obtener un producto de calidad a través de su adecuado tratamiento (Salazar, 2018).

j) Valor agregado

Factor que reciben algunos residuos sólidos segregados por diferentes actividades productivas y de consumo, alcanzando un valor agregado para este recurso, considerando su aprovechamiento para diversos fines (Municipalidad Regional de Arequipa, 2017).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

La investigación de acuerdo al enfoque fue cuantitativa porque las variables en estudio son tangibles, en cuanto a su finalidad es de tipo aplicada debido a que se trata de un problema que tiene un impacto directo con medio ambiente, por ausencia de un manejo adecuado de los residuos orgánicos de origen doméstico, a partir de esto se sugirió como una alternativa de solución y posteriormente se validó a nivel de laboratorio con los datos obtenidos en campo.

4.1.2 Nivel de investigación

La investigación tiene un nivel de estudio descriptivo debido a que se describen los elementos que componen el estudio. Con respecto al alcance de sus objetivos es experimental, porque se manipulo la variable independiente, tiempo de cosecha del abono orgánico tipo Bocashi con la finalidad de medir su efecto en la variable dependiente. Por el comportamiento de los variables es explicativa para ver si se establece una relación entre causa y efecto, mediante el uso del análisis de varianza.

4.1.3 Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el diseño estuvo constituido como sigue a continuación:

RUE1	X1	0 ₁
RUE2	X2	0 ₂
RUE3	X3	0 ₃
RUE4	--	0 ₄

Donde:

R: Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales

UEi: Unidad experimental i; donde i = 1, 2, 3, ...

X: Tratamiento o estímulo

Oi: observación a la variable de respuesta dependiente i=1, 2, ...



---: Ausencia de tratamiento (testigo).

La distribución de los tratamientos estuvo considerada los siguientes aspectos.

a). Número de tratamientos y control (testigo)

el experimento fue ejecutado en un diseño de bloques completos al azar (DBCA),

los tratamientos estuvieron constituidos como sigue:

T1: a los 15 días de cosecha

T2: a los 30 días de cosecha

T3: a los 60 días de cosecha

To: Testigo, a los 90 días de cosecha

Bajo los parámetros establecidos se determinó 3 repeticiones en el cual fueron aplicados a cada tratamiento, por tanto, la presente tesis se ejecutó con 12 unidades experimentales tal como se muestra.

Tabla 6 — Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales

T-1	T-2	T-o	T-3	Bloque I
T-3	T-o	T-1	T-2	Bloque II
T-o	T-1	T-2	T-3	Bloque III

El diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), estuvo compuesto por doce unidades experimentales, cada bloque alojo a tres tratamientos más un testigo cada una de ellas con tres repeticiones asignadas de forma aleatoria 3*3+1 siendo el modelo aditivo lineal como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij} ; \begin{cases} i = 1, 2, \dots, k \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación correspondiente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

μ : Promedio general (Media global del experimento).

r_i : Efecto del tratamiento i-ésimo sobre la variable de respuesta (Promedio de los tratamientos).

γ_j : Efecto del bloque j-ésimo sobre la variable de respuesta (Promedio de los bloques).

ε_{ij} : Error experimental correspondiente al i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

Características del campo experimental

Ancho de U.E	:1.0 m
Largo de U.E	:1.0 m
Área de la parcela	:32.5 m ²
N° total de U.E	:12
Distanciamiento de U.E	: 0.5 m
N° bloques	: 3
Longitud x bloque	: 6.5 m
Ancho x bloque	: 1.0 m
Área x bloque	: 6.5 m ²
N° calle	: 9
Largo de calles	: 5 de 5 m y 4 de 6.5 m
Ancho de calle	: 50 cm
Totalidad de área de calle	: 25.5 m ²
Área neta de experimento	: 58 m ²
Totalidad de área experimental	: 60 m ²

4.2 Descripción ética de la investigación

Las variables de investigación fueron establecidas a partir de una revisión literaria en las principales bases de datos científicas como Scopus, J-Gate, Scielo, Sciencedirect y repositorios nacionales y de Latinoamérica y permitió plantear el ensayo experimental para la obtención de resultados que responde a los objetivos e hipótesis planteadas y son válidas para dar a conocer a los agricultores y estudiantes debido a que en su metodología incorporó técnicas utilizadas en las labores agrícolas propias de la zona de estudio. Durante la ejecución del experimento y el tratamiento de los datos se utilizaron buenas prácticas investigativas y conducta responsable en investigación, durante la redacción, se utilizó la norma ISO 690 (autor-date, Spanish) y las especificaciones del



Reglamento de Grados y Títulos de la UNAMBA. Finalmente, el análisis e interpretación de los resultados se realizaron con objetividad.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

El factor de estudio son los residuos orgánicos de origen doméstico y la población estuvo constituida por 600 kg cantidad en conjunto, que son generados por 150 de las familias del sector de Moyocorral en el distrito de Abancay.

4.3.2 Muestra

La muestra del estudio estuvo constituida por 54 kg por pila de los residuos orgánicos distribuidas en 12 unidades experimentales, las cuales fueron evaluadas en tres tiempos.

4.4 Procedimiento

Etapas I. Recolección de insumos y materiales para la elaboración de abono tipo Bocashi

En esta primera etapa se recolectaron todos los materiales e insumos para la elaboración del abono tipo Bocashi, como, restos de cocina (vegetales, frutas, cascara trituras y restos de huertos), estiércol de ovino, aserrín, tierra negra, con un peso de 54 kg/pila. Provenientes de los residuos de origen doméstico y se regó con agua hasta mantener una humedad óptima.

Mezcla de melaza 3L/250 gr. con levadura/200L/H₂O y chicha de 4L.

Etapas II. Limpieza y acondicionamiento del área de investigación

En esta segunda etapa se realizó la limpieza del área de investigación, nivelado, desinfección, plantado de palos, cubierto de tinglado con malla Rachel y cubierta de plástico negro/azul (laterales).

Etapas III. Picado y secado de insumos

En esta tercera etapa se realizó el picado y secado por tres días posterior a ello el mezclado de todos los insumos, para la elaboración de abono tipo Bocashi.



Etapas IV. Diseño y marcado del campo experimental

En esta etapa se diseñó el campo experimental.

Para armar las pilas de 1 m².

Etapas V. Elaboración del abono tipo Bocashi

En esta quinta etapa los ingredientes se fueron colocando por capas que no deben sobrepasar los 0.05m:

- Primera capa se extendió sobre el suelo el aserrín.
- Luego sobre el aserrín se extendió una capa de estiércol.
- Como la tercera capa se extendió la mezcla de los residuos sólidos de origen doméstico.
- Sobre la cuarta capa de los restos domésticos se finalizó extendiendo tierra turba, y así se siguió colocando en el mismo orden hasta obtener una altura de 0.60 m.
- También fue humedecida con la mezcla de melaza, levadura y chicha por cada capa.
- En esta quinta etapa se cubrió las pilas con plástico negro grueso.
- Finalmente se realizó el volteo de las pilas después de dos días de su instalación, dos veces al día durante los primeros cinco días, con la ayuda de una pala y rastrillo. durante los primeros días con la finalidad de airear la mezcla e inducir a la activación de los micro organismos y acelerar el proceso de descomposición, luego se realizó el volteo solo una vez por día hasta lograr obtener temperatura ambiente en el abono tipo Bocashi.

Etapas VI. Cosecha

Esta actividad se realizó, el T1 a los 15 días de fermentación. T2 a los 31 días de fermentación y el T3 a los 60 días de fermentación.

Etapas VII. Evaluación de variables

En esta etapa se realizó las evaluaciones desde el primer día, toma de temperatura, humedad y pH de las pilas hasta la cosecha por tratamiento.

VII.I. Parámetros físico químicos a evaluar

Luego de la cosecha por tratamiento las muestras fueron sometidas a la evaluación de:



VII.II. Características físicas:

Color, (observación)

Humedad (%)

Temperatura (%)

VII.III. Características químicas: (muestra por tratamiento) análisis de laboratorio de:

pH.

Nitrógeno (N)

Potasio (K)

Fosforo (P)

Materia orgánica (Mo)

Conductividad eléctrica (CE)

4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Técnica

La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue mediante test o examen físico químico, fichas de recolección de datos y la muestra recolectada.

4.5.2 Instrumento

Toda información que se generó se registró mediante fichas de observación y análisis químico en laboratorio, para cada tratamiento, lo que permitió generar los datos de forma secuencial y ordenada, para su procesamiento de los datos por cada tiempo de cosecha en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi.

4.6 Análisis estadístico

Una vez concluido el trabajo experimental, se realizaron, la homogenización de datos para una tonelada de abono orgánico tipo Bocashi mediante la técnica de la regla de tres simple, posteriormente se validaron los datos mediante las siguientes pruebas estadísticas:

a) Homogeneidad de varianzas

Se verificó con el estadístico de Levene que consiste en probar una hipótesis de cada uno de los factores considerando la diferencia de la puntuación individual respecto

de la media de su grupo (tratamiento). La regla para rechazar la hipótesis de homogeneidad será si el valor p (Sig.) es menor que 0.05.

Tabla 7 – Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Humedad	A los 15 días	0,062	2	9	0,940
	A los 30 días	0,007	2	9	0,993
	A los 60 días	0,007	2	9	0,993
Temperatura	A los 15 días	0,065	2	9	0,938
	A los 30 días	0,054	2	9	0,948
	A los 60 días	0,054	2	9	0,948

La prueba de homogeneidad de varianzas en la tabla 5: se observa que, los valores de la significancia son mayor que 0.05 por tanto se acepta la hipótesis de que los datos cumplen con los supuestos de homogeneidad de varianzas.

b) Normalidad de datos

Se verificaron mediante la utilización del estadístico de Shapiro Wilk lo que permitió contrastar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de poblaciones normales (simétricas con forma de campana) para lo cual se verificó que para cada tratamiento los datos provienen de una población con distribución normal. La regla para rechazar la hipótesis de normalidad es, si el valor p (Sig.) es menor que 0.05.

Tabla 8 – Prueba de normalidad de datos

Tratamientos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Humedad	T1: a los 15 días	1,000	3	0,973
	T2: a los 30 días	0,953	3	0,583
	T3: a los 60 días	0,750	3	0,000
	To- testigo a los 90 días	0,964	3	0,637
Temperatura	T1: a los 15 días	0,912	3	0,424
	T2: a los 30 días	0,934	3	0,505
	T3: a los 60 días	0,998	3	0,911
	To- testigo a los 90 días	0,997	3	0,900

En la tabla 8, los resultados de la significancia para la prueba de normalidad, en la variable de estudio, humedad y temperatura, es mayor que 0.05, entonces se afirma que cumple con el supuesto de normalidad para cada variable en estudio.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac

La elaboración de abono orgánico tipo Bocashi, está determinada por las características físicos y químicos a partir del uso de residuos de origen doméstico, para describir el comportamiento del abono orgánico en tres tiempos de cosecha T1: a los 15 días, T2: a los 30 días y a los 60: días y To: testigo a los 90 días, cuyos resultados se muestran a continuación:

5.1.1 Determinar el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico

a) Humedad

Los datos representan a los promedios evaluados a los 15, 30 y 60 días durante la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi el comportamiento de las características físicas. Para lograr la eficiencia en el proceso de la fermentación de abono orgánico tipo Bocashi se encuentra entre 50 y 60% (FAO 2011).

Tabla 9 — Estadísticos descriptivos de la característica física del abono orgánico tipo Bocashi, humedad

Tratamientos	Media	Desviación. estándar
T1: a los 15 días	52,59	0,615
T2: a los 30 días	60,11	0,067
T3: a los 60 días	59,87	0,041
To- testigo a los 90 días	58,77	0,061

La tabla (9) muestra que, T1: a los 15 días alcanza un promedio de 52,59 $\pm$ 0,615 % de humedad por tn, y en orden creciente continúan los promedios del T3: a los 60 días 59,87 $\pm$ 0,041 y T2: a los 30 días 60,11 $\pm$ 0,067, mientras que representa al To: testigo a los 90 días 58,77 $\pm$ 0,061, el proceso de

fermentación y el requerimiento óptimo de humedad es a partir del 50% resultados que se encuentran dentro de los rangos exigidos y como se puede apreciar que a partir de los 15 días cumple con esta exigencia física.

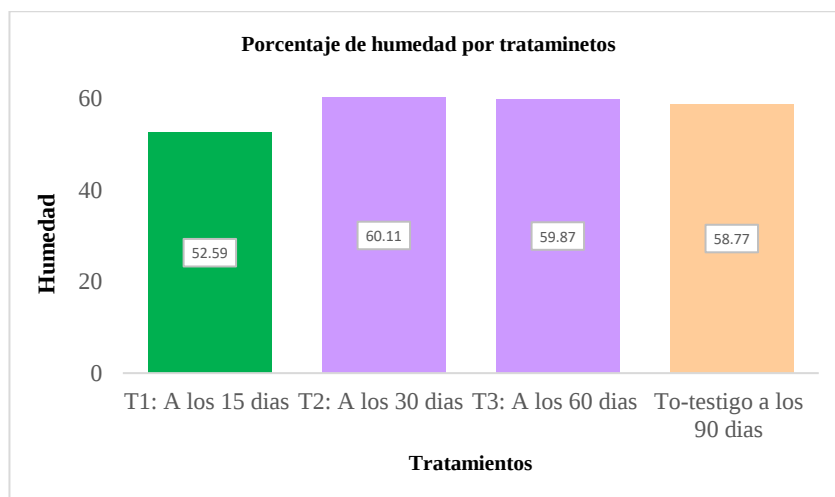


Figura 3 — Barras simples del porcentaje de humedad por tratamientos

En la figura (3) se observa que los T2: a los 30 días, T3: a los 60 días y representada el To: testigo a los 90 días, tienen similar comportamiento de porcentaje de humedad a diferencia del T1: a los 15 días se observa que hay evidencia de contener la humedad requerida encontrándose en una fase de oxidación adecuada.

b) Temperatura

Los datos representan a los promedios evaluados entre los 15, 30 y 60 días durante el proceso de la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi para medir el comportamiento de las características físicas (temperatura), parámetro físico que es importante en el proceso de fermentación, crucial para el éxito de la obtención del abono durante los primeros días(FAO 2011).

Tabla 10 — Estadísticos descriptivos de la característica física del abono orgánico tipo Bocashi - temperatura

Tratamientos	Media	Desv. estándar
T1: a los 15 días	49,67	0,68
T2: a los 30 días	51,13	1,91
T3: a los 60 días	47,70	1,85
To- testigo a los 90 días	22,93	2,20

La tabla (10) muestra que, T1: a los 15 días alcanza un promedio de $49,67 \pm 0,68$ de temperatura $^{\circ}\text{C}$ por tn, y en orden creciente continúan los promedios del T2: a los 30 días $51,13 \pm 1,91$ y T3: a los 60 días $47,70 \pm 1,85$, y representada el To: testigo a los 90 días $22,93 \pm 2,20$ con respecto a la temperatura al testigo todos los tratamientos son superiores, cumpliendo el requerimiento óptimo de temperatura a partir del 40°C , como se puede apreciar que a partir de los 15 días cumple con esta exigencia física.

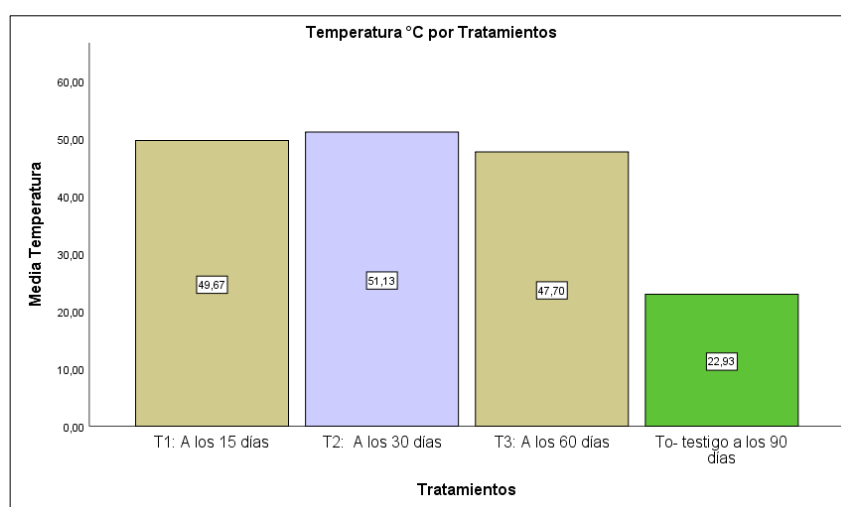


Figura 4 — Barras simples del promedio de temperatura por tratamiento

En la figura (4) se observa que los T1: a los 15 días y los T3: a los 60 días tienen similar comportamiento con respecto a la temperatura, a diferencia del T2: a los 30 días se observa que hay evidencia de contener un ligero incremento de temperatura.

La temperatura ideal para la fermentación del abono orgánico tipo Bocashi se encuentra entre 40° y 60° constante, esta favorece a la actividad microbiana benéfica permitiendo acelerar la descomposición de los residuos orgánicos (UA 2011)

c) Color

El color en el abono orgánico tipo Bocashi es un indicador de la madurez y calidad que alcanza aproximadamente a partir de los 15 días de fermentación, este abono adquirió una tonalidad oscura, entre marrón oscuro hasta negro

profundo, esto se debe a la descomposición de materia orgánica y a la formación de compuestos orgánicos estables que estén disponibles para el aprovechamiento de las plantas.

Tabla 11 — Color de abono orgánico tipo Bocashi

Tratamiento	Color
T1: a los 15 días	Marrón claro
T2: a los 30 días	Marrón oscuro a negro
T3: a los 60 días	
To: testigo a los 90 días	Negro

Después de los 15 días el T1: se torna un color marrón claro, esta es una característica propia de Bocashi, indicador de que los microorganismos han descompuesto eficientemente la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para mejor fertilidad de los suelos y mejorar el rendimiento en las plantas.

El T:2 a los 30 días y T3 60 días el color del abono orgánico tipo Bocashi su color se torna a un color marrón oscuro a negro, seguido del To: testigo a los 90 días se torna a un color negro, esto debido al tiempo de permanencia antes de su uso, el indicador del color, permite disponer del abono orgánico a partir de los 15 días.

5.1.2 Determinar el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico

a) Potencial de hidrogeniones (pH)

El pH juega un papel crucial en su efectividad como fertilizante, durante los primeros días es bastante alcalino que gradualmente se va auto corrigiendo con la evolución del proceso y a medida que avanza la madurez se estabiliza, el pH del abono orgánico tipo Bocashi oscila entre 7.8 y 8.8 equilibrio que permite que los microorganismos tengan óptimas condiciones para acelerar la descomposición (Mendívil Et Al. 2020).

Tabla 12 — Potencial de hidrogeniones (pH) por tratamiento

Tratamiento	pH
T1: a los 15 días	7,82
T2: a los 30 días	8,20
T3: a los 60 días	7,78
To: testigo a los 90 días	7,90
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

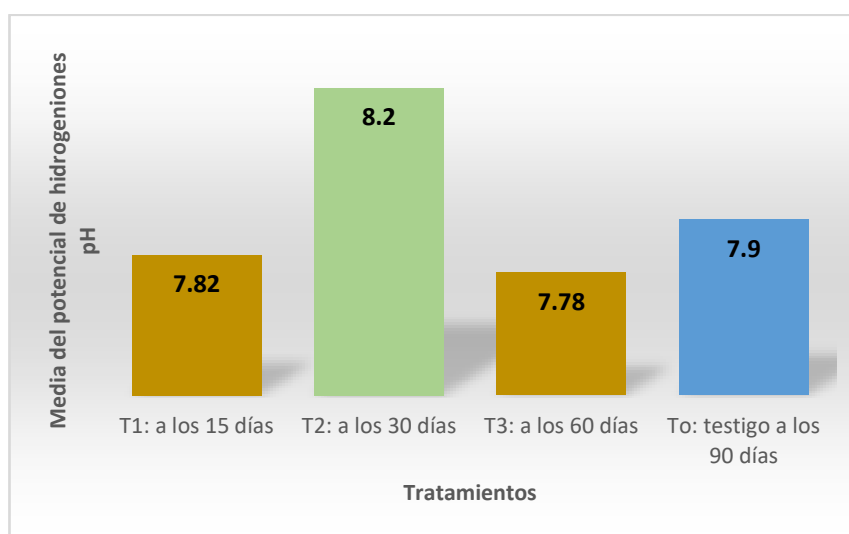


Figura 5 — Media del potencial de hidrogeniones (pH) por tratamiento

En la tabla (12) y figura (5), el T1: a los 15 días, muestra un pH de 7,82 que esta se incrementa en el T2: a los 30 días alcanzando 8,20 de pH, sin embargo, en el T3: a los 60 días disminuye ligeramente a 7,78 pH, representado el To: testigo a los 90 días con un pH de 7,90. Se puede mencionar que estas variaciones se deben a la actividad microbiana, mientras que en la disminución de esta se observa estabilidad y lista para nutrir suelo y planta, a partir de los 15 días.

b) Nitrógeno (N)

La presencia de nitrógeno (N) en el abono orgánico tipo Bocashi contribuye a mejorar su composición además de promover la actividad de los microorganismos, por ser de origen vegetal o animal se libera de manera gradual a medida que se descompone la materia orgánica lo que reduce el

riesgo de lixiviación y contaminación en el medio ambiente (Mendivil Et Al. 2020)

Tabla 13 — Contenido de nitrógeno total (N) por tratamiento

Tratamiento	Contenido de nitrógeno total (N)
T1: a los 15 días	0,64
T2: a los 30 días	1,42
T3: a los 60 días	1,35
To- testigo a los 90 días	0,65
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

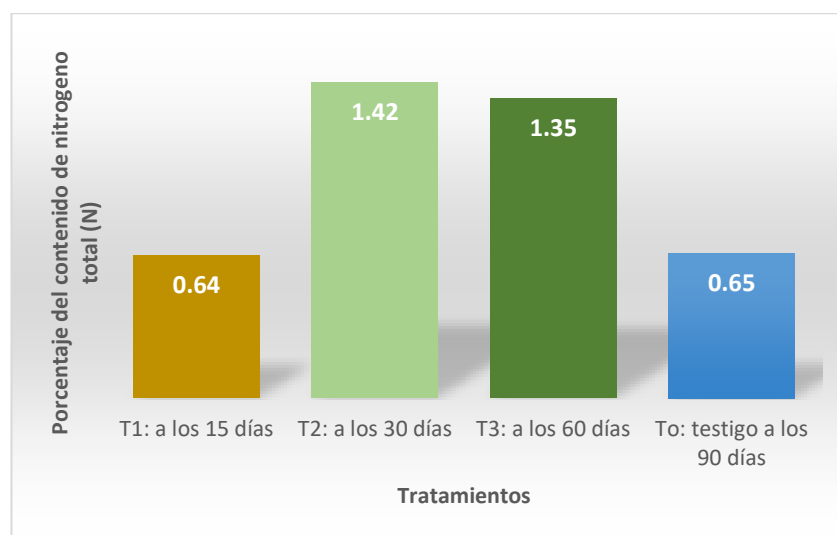


Figura 6 — Media del contenido del porcentaje de nitrógeno total (N) por tratamiento

En la tabla (13) y figura (6) se observa que, el T1: a los 15 días muestra un valor de 0,64 % de nitrógeno total, de forma creciente el T3: a los 60 días alcanza un valor de 1,35% de nitrógeno total y el T2: a los 30 días alcanza un valor de 1,42 % de nitrógeno total mientras que el To: testigo a los 90 días representa un valor de 0,65 %. Los resultados se atribuyen a la presencia de materia orgánica rico en nitrógeno y de descomposición lenta, el nitrógeno en el Bocashi es un componente vital lo que potencialmente mejora su capacidad para proveer el crecimiento de las plantas al ser usados en los campos de producción de alimentos entre otros. Teniendo en cuenta los rangos óptimos

de nitrógeno es entre 2 a 4 %, los tratamientos obtuvieron rangos que permitirán un crecimiento vigoroso (FAO 2011).

c) Fósforo (P_2O_5) ppm

El fósforo se encuentra en el abono orgánico tipo Bocashi, en forma de compuestos orgánicos lo que garantiza su liberación gradualmente y mejora así la disponibilidad de este nutriente principal en las plantas a través de la absorción eficiente de fósforo ya que cumple un papel fundamental en el desarrollo de raíces, floración y formación de frutos (FAO 2002).

Tabla 14 — Contenido de fósforo (P_2O_5) ppm por tratamiento

Tratamiento	Contenido de fósforo (P_2O_5) ppm
T1: a los 15 días	48,6
T2: a los 30 días	78,4
T3: a los 60 días	84,6
To- testigo a los 90 días	104,7
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

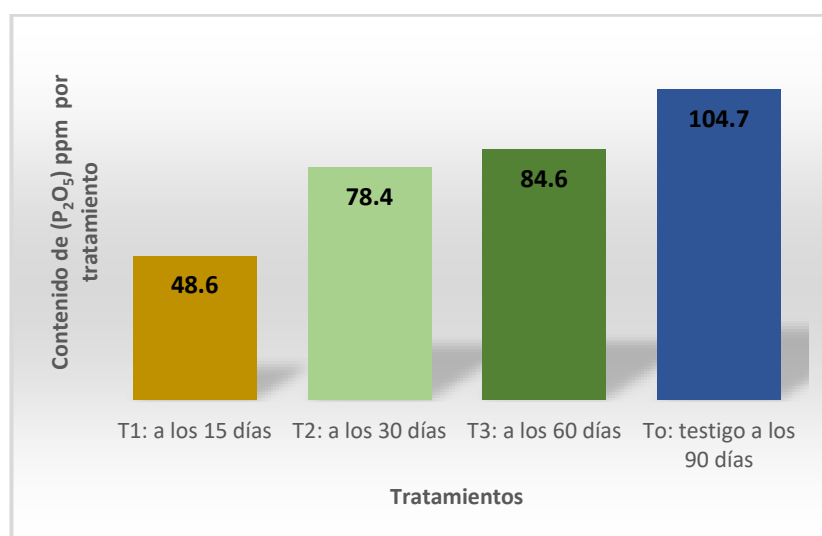


Figura 7 — Media del contenido de fósforo (P_2O_5) ppm por tratamiento

La tabla (14) y figura (7) muestra el conjunto de datos de los niveles de óxido de fósforo (P_2O_5) ppm, para el T1: a los 15 días se observa que los niveles de fósforo fueron de 48,6 ppm, de forma creciente el T2: a los 30 días con un nivel de 78,4 ppm, para el T3: a los 60 días con un nivel de 84,6 ppm y el To:

testigo a los 90 días alcanza un nivel de 104,7 ppm. Los datos se ven que va incrementando a lo largo del tiempo en todos los tratamientos lo que indica la progresiva liberación de este nutriente en el suelo o la absorción continua por parte de las plantas.

d) Potasio (K_2O) ppm

El abono orgánico tipo Bocashi es conocido por su alto contenido de potasio (K_2O) ppm, es una mezcla rica en nutrientes, en este abono está compuesto principalmente de materia orgánica fermentado como, estiércoles, restos vegetales y melaza la que ofrece una concentración significativa de potasio (K_2O) ppm, esta promueve la floración cuajado y color de frutos, además de prevenir presencia de enfermedades, contribuye a una mejor estructura del suelo la que favorece a la retención de agua y minerales proporcionando a la planta los requerimientos necesarios (Mendivil Et Al. 2020).

Tabla 15 — Contenido de potasio (K_2O) por tratamiento

Tratamiento	Contenido de potasio (K_2O_5) ppm
T1: a los 15 días	7,943
T2: a los 30 días	7,942
T3: a los 60 días	6,836
To: testigo a los 90 días	7,986
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

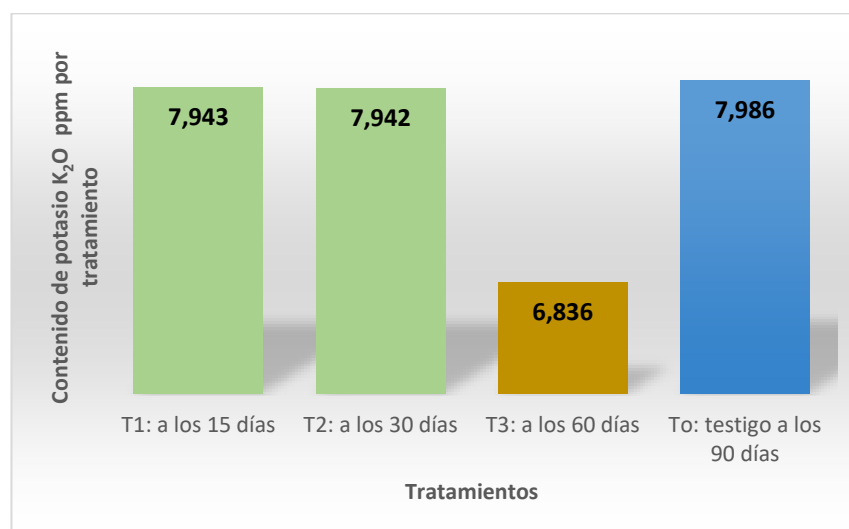


Figura 8 — Media del contenido de potasio (K_2O) por tratamiento

La tabla (15) y figura (8) se observan los datos expresados en partes por millón de óxido de potasio (K_2O) por tratamiento, el T1: a los 15 días se observa que el nivel de potasio fue de 7,943 ppm, el T2: a los 30 días, muestra que hubo una ligera disminución de nivel de potasio de 7,942 ppm, mientras que el T3: muestra una disminución considerable en los niveles de potasio de 6,836 ppm, mientras que To: testigo a los 90 días, muestra un nivel de potasio ligeramente en aumento frente a los demás tratamientos con un valor de 7,986 ppm. Los niveles de potasio fluctúan ligeramente a lo largo del periodo de tiempo además de que la diferencia entre los tratamientos y el testigo son relativamente pequeñas.

e) Materia orgánica (% M.Org)

El contenido de materia orgánica en el abono orgánico tipo Bocashi es de vital importancia para la salud del suelo y las plantas, durante el proceso de fermentación que caracteriza el abono orgánico tipo Bocashi es la transformación de materia orgánica que promueve la liberación y concentración de diversos minerales esenciales y formación de compuestos orgánicos estables y que fomenta la actividad microbiana sostenible.

Tabla 16 — Porcentaje del contenido de materia orgánica (%M.Org) por tratamiento

Tratamiento	Contenido de (% M.Org)
T1: a los 15 días	12.73
T2: a los 30 días	28.47
T3: a los 60 días	27.02
To- testigo a los 90 días	12.98
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

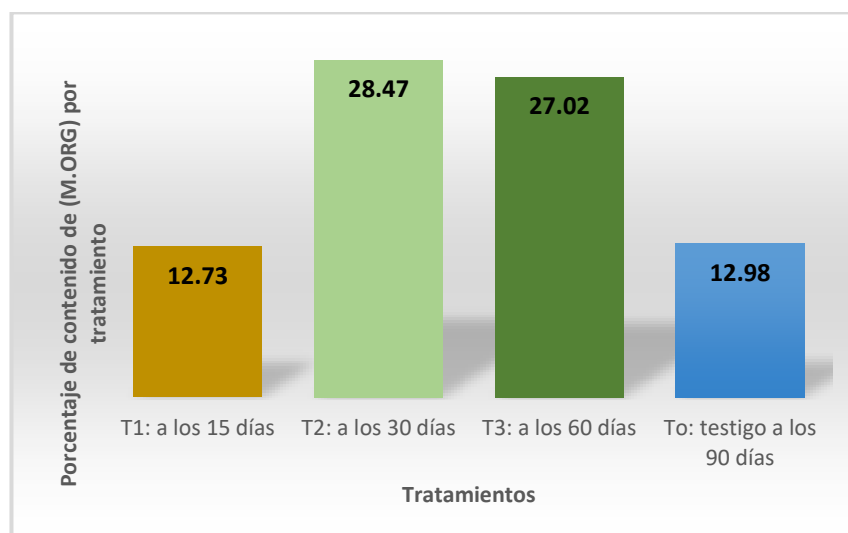


Figura 9 — Porcentaje de contenido de materia orgánica (% M.Org) por tratamiento

En la tabla (16) y figura (9) se observa que, el tratamiento T2: a los 30 días tiene un contenido de materia orgánica más alto con un valor de 28,47% valor que es significativo frente a los T1: a los 15 días con un valor de 12,73% y el To: testigo a los 90 días que representa un valor de 12,98% sin embargo el T:3 a los 60 días con un valor de 27,02% muestra una disminución del contenido de materia orgánica en comparación con el T:2 a los 30 días. El rango del contenido de materia orgánico se encuentra a partir del 20%, en esta relación influye la velocidad de la descomposición y liberación de nutrientes, ideal para mejorar la fertilidad y estructura del suelo, en este rango se proporciona la cantidad de materia orgánica para incrementar la actividad de micro organismos eficientes (Ramos Et Al. 2014).

f) Conductividad eléctrica (mmhos /C.E.)

La conductividad eléctrica (C.E.) es uno de los parámetros relevantes en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi esta representa la capacidad de conducir electricidad, está relacionada con la presencia de sales y nutrientes disueltos, si los rangos son muy altos pueden ocasionar fitotoxicidad por demasiada salinidad y por el contrario si fueran muy bajos sería un indicador de falta de nutrientes, una adecuada C.E es esencial para garantizar la concentración de nutrientes y micro organismos (UA 2011).

Tabla 17 — Parámetro de capacidad de conductividad eléctrica mmhos/C.E. por tratamiento

Tratamiento	Contenido de mmhos/C.E.
T1: a los 15 días	3.28
T2: a los 30 días	2.65
T3: a los 60 días	1.92
To: testigo a los 90 días	1.57
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024	

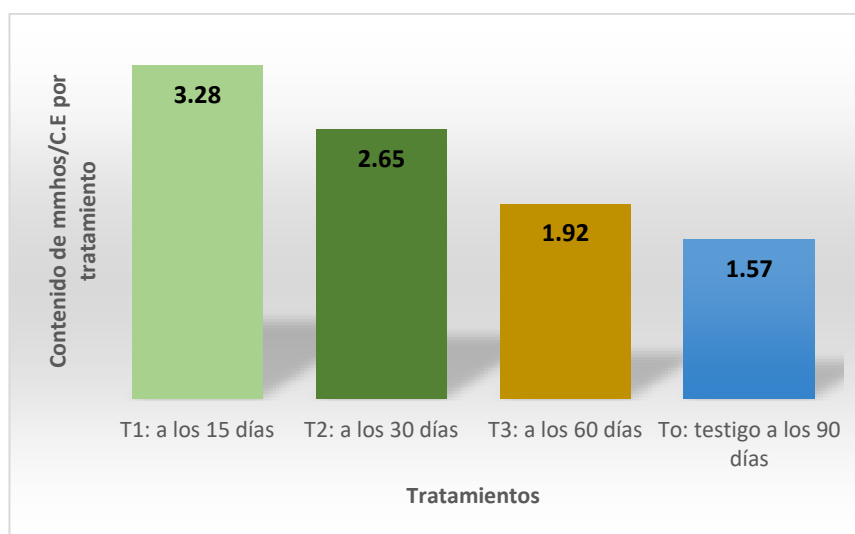


Figura 10 — Contenido de conductividad eléctrica mmhos/C.E por tratamiento

La tabla (17) y figura (10) se observa que, de forma decreciente el T1 a los 15 días tiene una C.E. de 3280 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido del T2: a los 30 días con un valor de C.E. de 2650 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, el T3: a los 60 días tiene una C.E. de 1920 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el To: testigo a los 90 días representada por un valor de C.E. 1570 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los rangos adecuados de C.E en el abono orgánico tipo Bocashi puede variar, sin embargo, se considera que los niveles óptimos se encuentran entre 1000 a 4000 micro siemens por centímetro $\mu\text{S}/\text{cm}$, estos valores aseguran una concentración equilibrada de nutrientes solubles (Ramos et al. 2014) los resultados obtenidos muestran que a partir de los 15 días el abono orgánico tipo Bocashi se encuentra disponible para su uso.

5.1.3 Determinar el tiempo óptimo para la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico

Tabla 18 — Resultados de los parámetros físicos y químicos del abono orgánico tipo Bocashi

Tratamiento	pH	Nitrógeno total (N) %	Fosforo (P_2O_5) ppm	Contenido de potasio (K_2O) ppm	C.E. /mmhos	C.E./ $\mu S/cm$
T1: a los 15 días	7.8	0.64	48.6	7.93	3.28	3280
T2: a los 30 días	8.2	1.42	78.4	7.94	2.65	2650
T3: a los 60 días	7.8	1.35	84.6	6.83	1.92	1920
To- testigo a los 90 días	7.9	0.65	104.7	7.98	1.57	1570
FUENTE: Análisis de fertilidad UNSAAC 2023 – 2024						

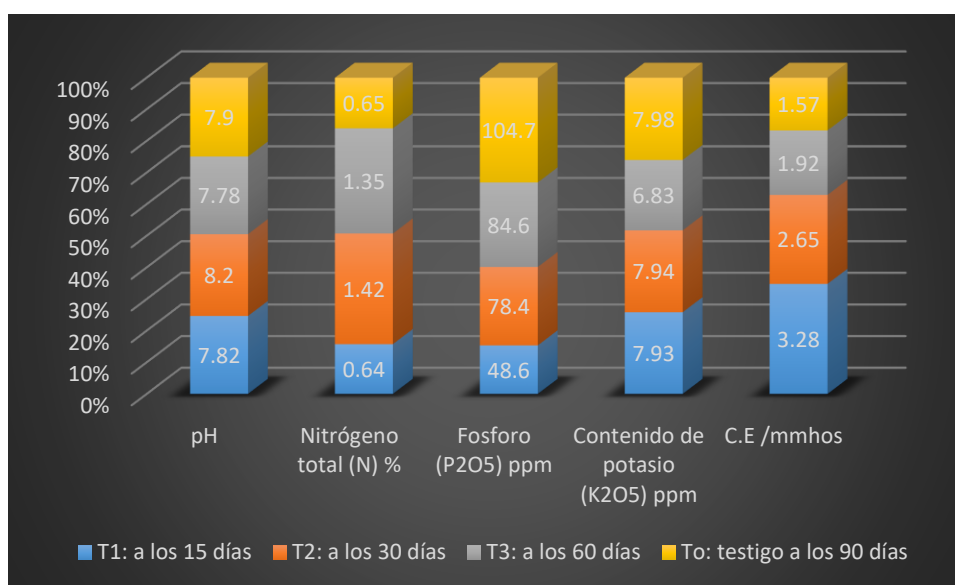


Figura 11 — Barras simples de los resultados de los parámetros físicos y químicos del abono orgánico tipo Bocashi

La tabla (18) y figura (11) se observa el T1: a los 15 días obtiene un pH de 7.82, que se encuentra dentro de los rangos de equilibrio, el contenido de nitrógeno (N) de 0.64%, contenido de fosforo (P_2O_5) 48.6 ppm, contenido de potasio (K_2O) 7.93 ppm y C.E. /mmhos de 3.28, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi por tanto a partir de los 15 días se encuentra disponible para su uso.

El T2: a los 30 días obtiene los valores en pH 8,2 este rango se encuentra medianamente alta donde se presume entre los rangos denominados salinos, contenido de nitrógeno (N) con un valor de 1,42% contenido de fósforo (P_2O_5) 78.4 ppm, contenido de potasio (K_2O) 7.94 ppm y C.E. /mmhos de 2.65, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi.

T3: a los 60 días obtiene los valores en pH 7.78, este rango se encuentra dentro del rango de equilibrio, contenido de nitrógeno (N) con un valor de 135% contenido de fósforo (P_2O_5) 84.6 ppm, contenido de potasio (K_2O) 6.63 ppm y C.E. /mmhos de 1.92, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi.

Este tratamiento representa al To: testigo a los 90 días, el cual alcanza los valores en pH 7.9, este rango se encuentra ligeramente salinos, contenido de nitrógeno (N) con un valor de 0.65% contenido de fósforo (P_2O_5) 104.7 ppm, contenido de potasio (K_2O) 7.98 ppm y C.E. /mmhos de 1.57, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi

De acuerdo a los resultados obtenidos el tiempo óptimo es a partir de los 15 días por cumplir con los rangos establecidos para el uso de abonos orgánicos.

5.2 Contrastación de hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis se tomaron las siguientes consideraciones:

- Nivel de confianza y/o probabilidad: 95%
- Planteamiento de hipótesis nula (H_0) y alterna (H_1)
 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10}$ (los promedios de la variable de respuesta son iguales entre los tratamientos aplicados)
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10}$ (existe al menos un promedio de la variable de respuesta que es diferente entre los tratamientos)
- Toma de decisión: Sig. < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0)
- Las contrastaciones de las hipótesis se muestran a continuación para el nivel de significancia de 0.05.
- El efecto de las características físicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico

5.2.1 El efecto de las características físicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir de los residuos sólidos de origen doméstico

Los resultados se muestran a continuación:

a. Humedad

Tabla 19 — Análisis de varianza para el porcentaje de humedad por tratamiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloques	0,193	2	0,096	0,990	0,425
Tratamientos	113,11	3	37,704	387,103	0,000
Error	0,584	6	0,097		
Total	40256	12			

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

En la tabla (19) en la prueba de hipótesis para el porcentaje de humedad por tratamiento, podemos observar que, para el 95% de probabilidad tiene un valor estadístico $F = 387.103$ y el valor de significancia es < 0.05 lo que indica que existe un efecto altamente significativo entre los tratamientos sobre el porcentaje de la humedad del abono orgánico tipo Bocashi.

La prueba de hipótesis para el porcentaje de humedad para los bloques se aprecia el valor estadístico de $F = 0.990$ y el valor de significancia es > 0.05 , valor que indica que no existe evidencias significativas para rechazar la hipótesis H_0 , por tanto, no existe diferencias entre los bloques.

Finalmente, el valor R al cuadrado es de 1.00 (ajustado 1.00) lo que indica que el modelo elegido para el diseño de bloques completamente al azar, indica que el valor de la significancia es < 0.05 el cual es válido al 95% de probabilidad.

Para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor condición del porcentaje de humedad, se realizó la prueba de Tukey para un 100% de probabilidad, los tratamientos se agrupan de acuerdo a su significancia estadística. Los tratamientos que no son significativamente diferentes entre sí comparten al menos una letra en común. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 20 — Comparación de promedios múltiples del porcentaje de humedad por tratamiento

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T1: a los 15 días	3	52,590		
To- testigo a los 90 días	3		58,787	
T3: a los 60 días	3			59,867
T2: a los 30 días	3			60,107

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = .05.

La prueba de Tukey (tabla 20) deja ver estadísticamente comportamiento similar entre los tratamientos T2 a los 30 y T3: a los 60 días alcanzando 60.11 y 59.87 % no existen diferencias. Sin embargo, el To: testigo a los 90 días con un valor de 58.79 % de humedad diferente de todos los tratamientos, de igual forma el T1 a los 15 días, es diferente con un valor de 52.59% que cumple con los rangos establecidos del porcentaje de humedad, por tanto, se tiene la disposición de uso a partir de los 15 días de elaboración de abono orgánico tipo Bocashi.

b. Temperatura °C

Tabla 21 — Análisis de varianza para el contenido de temperatura °C por tratamiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	23651,854 ^a	6	3941,976	1135,13	0,000
Bloques	3,984	2	1,992	0,574	0,592
Tratamientos	1583,446	3	527,815	151,99	0,000
Error	20,836	6	3,473		
Total	23672	12			

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .998)

En la tabla (21) la prueba de hipótesis para el contenido de temperatura °C por tratamiento, podemos observar que, para el 95% de probabilidad tiene un valor estadístico F =151.99 y el valor de significancia es < 0.05 lo que indica

que existe un efecto altamente significativo entre los tratamientos sobre el contenido de la temperatura del abono orgánico tipo Bocashi.

La prueba de hipótesis para el contenido de temperatura °C para los bloques se aprecia el valor estadístico de $F = 0.574$ y el valor de significancia es > 0.05 , valor que indica que no existe evidencias significativas para rechazar la hipótesis H_0 , por tanto, no existe diferencias entre los bloques.

Finalmente, el valor R al cuadrado es de 0.99 (ajustado 0.998) lo que indica que el modelo elegido para el diseño de bloques completamente al azar, indica que el valor de la significancia es < 0.05 el cual es válido al 95% de probabilidad. Para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor condición de temperatura, se realizó la prueba de Tukey para un 99.8% de probabilidad, los tratamientos se agrupan de acuerdo a su significancia estadística. Los tratamientos que no son significativamente diferentes entre sí comparten al menos una letra en común. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 22 — Comparación de promedios múltiples de la temperatura por tratamiento

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
To- testigo a los 90 días	3	22,93	
T3: a los 60 días	3		47,70
T1: a los 15 días	3		49,67
T2: a los 30 días	3		51,13

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = .05.

La prueba de Tukey (tabla 22) deja ver estadísticamente comportamiento similar entre los tratamientos T3: a los 60 días, T2: a los 30 días y T1: a los 15 días alcanzando una temperatura de 51.13, 49.67 y 47.70 °C, evidenciando que no existen diferencias. Sin embargo, el To: testigo a los 90 días alcanza un mínimo valor de 22.93 °C diferente de todos los tratamientos. Lo que lleva a tomar en cuenta los rangos establecidos de temperatura optima, se puede presumir que el uso del abono orgánico tipo Bocashi es a partir de los 15 días.



5.3 Discusión

La presente investigación evaluó el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac.

De acuerdo a los resultados obtenidos se realiza la siguiente discusión:

5.3.1 Para las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico

a) Porcentaje de humedad del abono orgánico tipo Bocashi

El porcentaje de humedad, el T2 a los 30 días y T3: a los 60 días alcanzan un valor de 60.11% y 59.87 % y To: testigo a los 90 días alcanza un valor de 58.79 % de humedad diferente de todos los tratamientos. El T1 a los 15 días, es diferente con un valor de 52.59% que cumple dentro de los rangos establecidos del porcentaje de humedad, similares hallazgos obtuvieron (Jordán y Pizarro 2020), en el cual el proceso tuvo una duración de 31 días, realizando volteos diarios (2 veces al día) y se fueron analizando en campo, lo cual obtiene en promedio la humedad desde 30 % hasta 95%, por otro lado tenemos similar hallazgo por (Machicao 2022) con el uso de las diferentes camas de compostaje; para lo cual se llevó a cabo la preparación de 3 camas de tierra, concreto y lumbricultura; con residuos orgánicos en cantidades iguales, se realizó en el tiempo de 3 y 4 meses, con sus respectivos volteos, se estabiliza a una humedad 43,41% y por (Manzur 2019), en relación a la humedad obtenida se observó que el tratamiento T3 posee la mayor humedad con el 69.5% y el tratamiento T2 presenta la menor humedad con el 56.5%, en relación a los demás tratamientos.

b) Temperatura °C del abono orgánico tipo Bocashi

La temperatura alcanzada entre los tratamientos fueron los siguientes; T1: a los 15 días alcanza un promedio de 49,67 °C el T2: a los 30 días 51,13 °C y T3: a los 60 días representando el 47.70 °C y To: testigo a los 90 días 22,93 °C, como se puede apreciar que a partir de los 15 días cumple con esta exigencia física. benéfica permite acelerar la descomposición de los residuos orgánicos, similares hallazgos obtuvieron (Jordán, Pizarro 2020) en el cual



tuvo una duración de 31 días, donde se registraron datos de temperatura (diariamente), alcanzando una temperatura ambiente de 24.2°C (min) y 30.1°C (máx.), temperatura del abono de 27°C (min) y 52.1°C (Max).

c) Color del abono orgánico tipo Bocashi

El color del Bocashi, un valioso abono orgánico generado a través del proceso de fermentación de materiales vegetales y estiércol, puede ser un indicador crucial de su calidad y estado de maduración. Un bocashi óptimo suele exhibir un tono oscuro y uniforme, denotando una completa descomposición de la materia orgánica y una alta concentración de nutrientes disponibles para las plantas. Este color profundo sugiere un proceso de fermentación eficiente, donde los microorganismos han desempeñado su papel en la transformación de los residuos orgánicos en una forma de fertilizante rica en nutrientes. Por otro lado, un bocashi con tonalidades más claras podría señalar una fermentación incompleta, lo que podría afectar su efectividad como fertilizante orgánico. Es esencial que los agricultores monitoreen de cerca el color del bocashi durante su proceso de elaboración para garantizar la obtención de un producto de calidad que beneficie tanto al suelo como a las plantas que lo reciben, por tanto, en la investigación se obtuvo en el T1: a los 15 días un color de marrón claro en el T2: a los 30 y T3: a los 60 días se fue tornando de marrón oscuro a un color negro y el To: testigo a los 90 días se obtuvo un color negro. Similar apreciación tiene (Jordan, y otros, 2020) que obtuvo un color entre café y marrón oscuro, en su trabajo de investigación que tuvo una duración de 31 días. Igualmente, similar apreciación tiene (Tierrasustentable.com 2024).

5.3.2 Para las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico

a) Potencial de hidrogeniones pH

El T1: a los 15 días, muestra un pH de 7,82 que esta se incrementa en el T2: a los 30 días alcanzando 8,20 de pH, sin embargo, en el T3: a los 60 días disminuye ligeramente a 7,78 pH, representado el To: testigo a los 90 días con un pH de 7,90. Se puede mencionar que estas variaciones se deben a la



actividad microbiana, mientras que en la disminución de esta se observa estabilidad y lista para nutrir suelo y planta, a partir de los 15 días, similares hallazgos obtuvieron (Jordán y Pizarro 2020), llevaron cabo la elaboración del abono tipo Bocashi, mediante un ensayo de laboratorio, analizando parámetros químicos; pH (8.85), para (Machicao 2022) el pH. obtenido a través de la determinación fue de (pH 6,70) a los tres meses de fermentación.

b) Nitrógeno (N)

El T1: a los 15 días muestra un valor de 0,64% de nitrógeno total, de forma creciente el T3: a los 60 días alcanza un valor de 1,35 % de nitrógeno total y el T2: a los 30 días alcanza un valor de 1,42% de nitrógeno total mientras que el To: testigo a los 90 días representa un valor de 0,65%. Los resultados se atribuyen a la presencia de materia orgánica rico en nitrógeno y de descomposición lenta, similares hallazgos obtuvieron (Jordán y Pizarro 2020) durante el proceso que tuvo una duración de 31 días, realizando volteos diarios (2 veces al día) el valor alcanzado en nitrógeno (N) fue de 0.81%, por otro lado, para (Cutipa 2015) obtiene como resultado el porcentaje de nitrógeno (1.41 %), mientras que (Machicao 2022) en un periodo de 3 a 4 meses de fermentación de Bocashi, obtuvo nitrógeno total 0.82%.

c) Fósforo (P_2O_5) ppm

El conjunto de datos de los niveles de óxido de fósforo (P_2O_5) ppm, para el T1: a los 15 días se observa que los niveles de fósforo fueron de 48,6 ppm, de forma creciente el T2: a los 30 días con un nivel de 78,4 ppm, para el T3: a los 60 días con un nivel de 84,6 ppm y el To: testigo a los 90 días alcanza un nivel de 104,7 ppm. Similar hallazgo se observó en el estudio de (Machicao 2022) donde obtuvo el resultado de Fósforo(P) 3071,00 mg/Kg en su investigación que realizó en un tiempo de 3 a 4 meses en camas de tierra.

d) Potasio (K_2O) ppm

Los datos expresados en partes por millón de óxido de potasio (K_2O) por tratamiento, el T1: a los 15 días se observa que el nivel de potasio fue de 7,943 ppm, el T2: a los 30 días, muestra que hubo una ligera disminución de



nivel de potasio de 7,942 ppm, mientras que el T3: muestra una disminución considerable en los niveles de potasio de 6,836 ppm, mientras que To: testigo a los 90 días, muestra un nivel de potasio ligeramente en aumento frente a los demás tratamientos, similar hallazgo fue obtenido por (Machicao 2022) con un valor de Potasio (K) 2270,00 mg/Kg en su estudio realizado en un periodo de 3 a 4 meses en camas de tierra.

e) Materia orgánica (MO)

Los resultados alcanzados fueron de la siguiente forma; el tratamiento T2: a los 30 días tiene un contenido de materia orgánica más alto con un valor de 28,47% valor que es significativo frente a los T1: a los 15 días con un valor de 12,73% y el To: testigo a los 90 días que representa un valor de 12,98% sin embargo el T:3 a los 60 días muestra una disminución con un valor de 27,02% del contenido de materia orgánica en comparación con el T:2 a los 30 días, similar hallazgo fue obtenido por (Machicao 2022), que realizó en un periodo de 3 y 4 meses con sus respectivos volteos en la cual obtuvieron 16,88% materia orgánica.

f) Conductividad eléctrica (C.E.)

Los resultados obtenidos fueron los siguientes; el T1 a los 15 días tiene una C.E. de 3280 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido del T2: a los 30 días con un valor de C.E. de 2650 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, el T3: a los 60 días tiene una C.E. de 1920 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el To: testigo a los 90 días representada por un valor de C.E. 1570 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$. Similares hallazgos por (Jordán y Pizarro 2020) alcanzando un valor en la conductividad eléctrica (CE) 24.80 dS/m en un tiempo de 31 días, realizando volteos diarios (2 veces al día). Por otro lado, tenemos similar hallazgo por (Machicao 2022) alcanza un valor en la conductividad eléctrica de 553 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En su estudio que duro de 3 a 4 meses, con sus respectivos volteos en camas de tierra.

5.3.3 Tiempo óptimo de obtención del abono orgánico tipo Bocashi

El T1: a los 15 días obtiene un pH de 7.82, nitrógeno (N) de 0.64%, fosforo (P_2O_5) 48.6 ppm, potasio (K_2O) 3.28 ppm y C.E. /mmhos de 3.28, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi



por tanto a partir de los 15 días se encuentra disponible para su uso. El T2: a los 30 días obtiene los valores en pH 8.2, nitrógeno (N) 1.42%, fosforo (P_2O_5) 78.4 ppm, potasio (K_2O) 7.94 ppm y C.E. /mmhos de 2.65, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi. T3: a los 60 días obtiene los valores en pH 7.78, nitrógeno (N) 1.35%, fosforo (P_2O_5) 84.6 ppm, potasio (K_2O) 6.63 ppm y C.E. /mmhos de 1.92, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi. El To: testigo a los 90 días, el cual alcanza los valores en pH 7.9, nitrógeno (N) 0.65%, fosforo (P_2O_5) 104.7 ppm, potasio (K_2O) 7.98 ppm y C.E. /mmhos de 1.57, lo que representa dentro de los rangos establecidos para abono orgánico tipo Bocashi. similares hallazgos por (Jordan, y otros, 2020), en un tiempo de ejecución de 31 días, realizando volteos de las pilas dos veces al día, evaluó en el campo experimental los siguientes características físicas y químicas, como la temperatura ambiental de 24.2°C (min) y 30.1°C (máx.), temperatura del abono de 27°C (min) y 52.1°C (Max), humedad con 30 % a un 95%, y mediante un análisis de laboratorio, obtuvieron los siguientes parámetros físico-químicos: pH (8.85), nitrógeno (N) 0.81% y conductividad eléctrica (CE) 24.80 dS/m. Por otro lado (Cutipa, 2015), señala que: en un tiempo de duración 15 días obtuvo como resultado el porcentaje de nitrógeno 1.41 %, en su estudio “Elaboración de abono tipo Bokashi a partir de los restos de cocina domiciliarios, en el distrito de Moquegua. Igualmente (Machicao 2022), menciona que en el estudio que realizó en el tiempo de 3 y 4 meses con el objetivo de Determinar el tiempo de degradación de los residuos orgánicos, en la elaboración de abono orgánico, en la planta de tratamiento de residuos sólidos de Moho, obtuvo el pH 6.70, conductividad 553 Us/cm, humedad 43,41%, materia orgánica 18,36%, nitrógeno total 0.82%, Potasio (K) 2270,00 mg/Kg, Fosforo(P) 3071,00 mg/Kg, en camas de tierra.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Durante el proceso de fermentación el requerimiento óptimo de humedad es de 52.59 hasta 60.11 % y a partir del 50%, la temperatura a partir de 49,67 °C hasta 51.3 °C. a partir de los 40°C, es óptimo para el proceso de fermentación del abono orgánico tipo Bocashi, los resultados se encuentran dentro de los rangos exigidos y como se puede apreciar, los resultados obtenidos a partir de los 15 días cumplen con esta exigencia física.
- El color del bocashi es un indicador importante de su calidad y estado de fermentación. En ese sentido durante el proceso de descomposición del abono orgánico tipo Bocashi se observó desde un color marrón claro a marrón oscuro y finalmente a un color negro, que es un indicador de una buena descomposición que se dio a través del tiempo, como resultado se obtuvo un bocashi bien elaborado y buena calidad. Este color más profundo sugiere que ha pasado por un proceso de fermentación adecuado y contiene una variedad de nutrientes esenciales para el suelo. Además, durante la preparación, la mezcla de bocashi adquiere un color marrón oscuro parejo, lo que indica que los componentes se han mezclado de manera homogénea y están listos para su uso
- Las características químicas como en el pH, se puede mencionar que existen variaciones esto se deben a la actividad microbiana, mientras que en la disminución de esta se observa estabilidad y lista para nutrir suelo y planta, a partir de los 15 días se observa una estabilidad en promedio del 7.8 pH, de 0,64% de nitrógeno total (N), valor que va incrementando en los tres tiempos, el nivel de fosforo (P) fue de 48.3 ppm, el cual fue incrementando a través del tiempo de fermentación, el nivel de potasio (K) fue de 7,943 ppm, esta va decreciendo a medida que se incrementa el tiempo de fermentación, y finalmente la conductividad eléctrica alcanza un valor de C.E. de 3280 micro siemens $\mu\text{S}/\text{cm}$, y va de forma decreciente a medida que se prolonga el tiempo, mientras que el contenido de materia orgánica más alto con un valor de 28,47% alcanza a los 30 días de fermentación.



- El tiempo de duración de los tratamientos fue en tres tiempos 15, 30 y 60 días comparando con el testigo de 90 días de fermentación y obtuvo a los 15 días resultados dentro de los rangos establecidos, donde se registraron datos de los tratamientos propuestos en la presente investigación, por tanto, en un tiempo de 15 días el abono orgánico tipo Bocashi es de alta calidad, ya se encuentra disponible para su uso.

6.2 Recomendaciones

- **Control de la humedad y temperatura durante la fermentación:** Mantener la humedad del bocashi en niveles óptimos, alrededor del 50%, y la temperatura por encima de los 40°C es crucial para un proceso de fermentación exitoso. Se recomienda monitorear regularmente estos parámetros durante la fermentación para asegurar resultados consistentes y de alta calidad.
- **Observación del color del bocashi:** Al elaborar bocashi, es importante observar el color del producto final. Un color oscuro y uniforme indica una fermentación adecuada y una alta concentración de nutrientes. Además, asegurarse de que la mezcla adquiera un color marrón oscuro parejo durante la preparación, indicando una distribución homogénea de los componentes.
- **Monitoreo de las características químicas:** Es fundamental realizar análisis periódicos de las características químicas del bocashi, como el pH, el contenido de nitrógeno, potasio, conductividad eléctrica y materia orgánica. Estos análisis proporcionarán información importante sobre la estabilidad y la calidad del producto a lo largo del tiempo de fermentación.
- **Determinación del tiempo óptimo de fermentación:** Se sugiere seguir evaluando en diferentes tiempos de fermentación para determinar el punto óptimo en el que el Bocashi alcanza su máximo potencial. Basándose en los resultados obtenidos, el tiempo de fermentación de 15 días produce un bocashi de alta calidad, por tanto, es recomendable el uso del abono orgánico tipo Bocashi en campo definitivo.



- Tomando como base este trabajo de investigación de tesis se sugiere a las municipalidades y otras entidades a ejecutar proyectos de elaboración de abono orgánico tipo Bocashi a partir de residuos sólidos de origen doméstico, porque el tiempo de ejecución es corto y no requiere presupuestos muy altos. Así podemos contribuir al medio ambiente, con la disminución de la acumulación de residuos sólidos orgánicos, mejorar la calidad del suelo, aumentar la productividad de los cultivos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO, J., 2010. *Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (Jatropha cuecas)*. . Honduras. FHIA.
- AMBIENTUM, 2020. Relación Carbono – Nitrógeno. *Ambientum*. . 2020.
- AZABACHE, Elvia, 2019. *Abonos orgánicos y su efecto en la producción de Hortalizas en Bagua Grande*. . Universidad Politécnica Amazónica.
- BALTODANO, Patricia, 2002. *Determinación de la calidad microbiológica del abono orgánico Bocashi durante el proceso de fabricación y almacenamiento*. Universidad de Costa Rica.
- BARBARO, A, KARLANIAN, Lorena and MATA, A., 2020. Importancia del Ph y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Presidencia de la Nación Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. *Instituto de Floricultura*. 2020.
- BERMEO, Rosy, 2018. *Elaboración de Bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de Chulucanas*. Chulucanas: Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- BORRERO, C., 2008. Agricultura Ecológica. *Institución educativa La Torre Gómez del Municipio del El Retorno* [online]. Vol. 2, pp. 221–223. Retrieved from : http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm [accessed 11 March 2023].
- CABRERA, Víctor and ROSSI, María, 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: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CEGARRA, J. et al., 1993. *Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos*. En: *Memorias Jornadas de Recogidas Selectivas en Origen y Reciclaje*. . Córdoba, España. Ed. Mundi - Prensa.
- CERRATO, M., LEBLANC, H. and KAMEKO, C., 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*. *Tierra Tropical*. Vol. 3, no. ISSN 1659-2751, pp. 183–197.
- CIENCIA UNAM, 2011. Residuos sólidos urbanos: un grave problema ambiental. *Universidad Nacional Autónoma de México*. . 2011.
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, 2020. *¿Qué pierdes tu si se pierde la ciencia?* Departamento de microbiología de suelos y sistemas simbióticos: Estación Experimental de Zaidin (EEZ).



- COURTNEY, R. and MULLEN, G., 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*. Vol. 99, no. 1873–2976, pp. 2913–2918.
- CUTIPA, Angel, 2015. *Elaboración de abono tipo Bokashi a partir de los restos de cocina domiciliarios, en el distrito de Moquegua 2014*. . Universidad José Carlos Mariategui.
- DIRECCIÓN ZONAL HUANCARELICA, 2013. Reducción de la degradación de suelos agrarios Elaboración de Bocashi. *Ministerio de Agricultura y Riego, Huancavelica*. . 2013.
- D.L. N° 1278, 2016. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Diario Oficial El Peruano*. . 2016.
- ERHART, E. and HARTL, W., 2003. Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 39, no. 1164–5563, pp. 149–156.
- ESCOBAR, Jorge, 2014. *El método Bocashi como alternativa para el manejo de los residuos orgánicos agrícolas*. . Xalapa: Universidad Veracruzana.
- FAO, 2002. *Los fertilizantes y su uso* [online]. Retrieved from : <http://www.fertilizer.org>,
- FAO, 2011. *Elaboración y uso del Bocashi Ministerio de Agricultura y Ganadería – El Salvador* [online]. Retrieved from : www.fao.org
- FARFAN, C., 2002. *Caracterización de Fuentes Orgánicas para uso en sistemas de la Agricultura Urbana, Curso de continuación de estudios*. . La Habana, Cuba.
- FRANCO, Marcela, 2009. Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de Biología*. Vol. 16, no. ISSN: 1727-9933, pp. 239–242.
- GARRIDO, Soledad, 1994. Interpretación de Análisis de Suelos. *Rivadeneyra. S.A.-Getafe*. No. ISBN 843408100.
- HAUG, R., 1993. *Practical Handbook of compost engineering*. Taylor y Francis Ltd.
- INFOAGRO, 2020. Abonos Orgánicos. . . 30 September 2020.
- JARAMILLO, Jorge, 1999. Gestión integral de residuos sólidos municipales- GIRSM. *Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos*,.
- JARAMILLO, Jorge, 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. .
- JORDÁN, Flor De Líz and PIZARRO, Millka, 2020. *Elaboración de abono tipo Bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria*. .



- JORGE, R. and OLIVIA, R., 2007. El compostaje y su utilización en agricultura. Dirigido a pequeños(as) productores(as) pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina. *1da ed. Chile: Salviat Impresores*. No. ISBN 978-956-7874-70-5, p. 35.
- LIBREROS, S., 2012. La caña de azúcar fuente de energía: compostaje de residuos industriales en Colombia. *Tecnicaña*. Vol. 28, no. 0123–0409, pp. 13–14.
- LOARTE, Lelis, APOLO, Vicente and ALVAREZ, Pablo, 2018. Efecto del tiempo de maduración y de microorganismos eficientes en el contenido nutricional del Bocashi. *CEDAMAZ*. Vol. 8, no. 1390–5902, pp. 30–36.
- LYNCH, J., 1993. *Substrate availability in the production of compost*. En: Hoitink, H; Keener, H. (eds) *Science and engineering of composting. Design, enviromental, microbiological and utilization aspects...*. Ohio. Renaissance Publications.
- MACHICAO, Rebeca, 2022. *Evaluación de degradación de los residuos sólidos orgánicos en la planta de tratamiento, mediante la generación de abono orgánico Moho...*
- MANZUR, Mark, 2019b. *Elaboración de briqueabono, mediante el uso de residuos sólidos domiciliarios orgánicos obtenidos del centro poblado Zungarococha Loreto...*
- MELLENDEZ, Gloria and SOTO, Gabriela, 203AD. Taller de Abonos Orgánicos. *Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos*. . 203AD.
- MENDIVIL, Cecilia et al., 2020. Elaboración de un abono orgánico tipo Bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* <http://biotecnia.unison.mx> [online]. Vol. XXII. Retrieved from : <http://biotecnia.unison.mx>
- MINCHAN, A. et al., 2018. Programa de entrenamiento en salud pública dirigido a personal del servicio militar voluntario. Unidad temática 6: vigilancia de residuos sólidos. *Ministerio de la Salud*.
- MUNICIPALIDAD REGIONAL DE AREQUIPA, 2017. *Plan Integral de Gestión de Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la provincia de Arequipa*. . Municipalidad de Arequipa.
- NINCO, Crhisthian and SANCHEZ, Jennifer, 2017. *Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio el rosal, Cundinamarca*. .
- OEFA, 2014. Fiscalización ambiental en residuos sólidos en gestión municipal provincial. .



- OPS, 2005. Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. *Organización Mundial de la Salud*.
- PAIVA, Gabriela, TARAZONA, Ariana and NUÑEZ, Naledi, 2021. El dramático aumento de residuos sólidos domésticos en el Callalo. *El Comercio*. . 2021.
- PANEQUE, V. and CALAÑA, J., 2004. *Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación*. . San José de Las Lajas. Ediciones INCA.
- PEÑA, E. et al., 2002. *Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana*. La Habana, Cuba. INIFAT.
- PERALTA, A. and VÉLEZ, C., 2011. Diagnostico socioeconómico y ambiental del manejo de residuos sólidos domésticos en el municipio de Haina. *Ciencia y sociedad*. Vol. 2, pp. 239–255.
- PLAGRON, 2020. ¿Qué significa el valor NPK en los abonos para plantas? . . 2020.
- QUÉDRAOGO, E., MANDO, A. and ZOMBRÉ, N., 2001. *Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture*. . Ecosystems and Environment. 84.
- RAMOS, David et al., 2014. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del Toro - Panamá. *INCA*. Vol. 35.
- RESTREPO, J., 2010. A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. *1a ed. Colombia: Feriva S.A*. No. ISBN 978-958-44-126-1., p. 86.
- ROBEN, Eva, 2002. Manual de compostaje para Municipios. *Ecuador*.
- SALAZAR, Cinthya, 2018. *Influencia del tratamiento de Residuos orgánicos para mejorar la calidad del Bocashi en el Mercado Sarita Colonia*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- SAOT, 2022. Recolección de desechos: entre falta de cultura de reciclaje y temas administrativos. . . 19 March 2022.
- TCHOBANOGLIOUS, George, 1982. Desechos Sólidos. Principios de ingeniería y administración. Serie: ambiente y los recursos naturales renovables. *Segundas Jornadas sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo*.
- TIERRASUSTENTABLE.COM, 2024. *Agricultura Orgánica Tierra Sustentable*.
- TORTOSA, German, 2013. El pH durante el compostaje. *Compostando Ciencia Lab*. . 2013.
- UA, 2011. Cómo hacer y aplicar Bocashi: Abono orgánico para tus cultivos. *Universidad Agrícola El Salvador* [online]. 2011.



ANEXOS



Anexo A

Matriz de consistencia



Tabla 23 — Matriz de consistencia de la investigación

Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
Problema general ¿Será posible evaluar el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi en tres tiempos?	Objetivo general Evaluar el efecto del uso de residuos sólidos de origen doméstico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos.	Hipótesis general El uso de residuos sólidos de origen doméstico tiene efecto favorable en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi en tres tiempos.	Variable dependiente: Abono orgánico tipo Bocashi	Características físicas	• Humedad • Temperatura • Color	% °C Observación
Problemas específicos ¿Cuál será el tiempo óptimo para la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen domestico?	Objetivos específicos • Determinar el tiempo óptimo de la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico.	Hipótesis específicas • El tiempo de obtención es significativo en la elaboración de abono orgánico de tipo Bocashi a partir del uso de residuos sólidos de origen doméstico.		Características químicas	• PH • N • P • K • Materia orgánica Conductividad eléctrica	Rango % % % % dS/m

• ¿Cuál será el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico? • ¿Cuál será el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico?	• Determinar el efecto en las características físicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico. • Determinar el efecto en las características químicas del abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico.	• El efecto de las características físicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico • El efecto en las características químicas es significativo sobre el abono orgánico tipo Bocashi a partir del uso residuos sólidos de origen doméstico		Tiempo óptimo de obtención.	• Tiempo	Días
---	---	---	--	-----------------------------	--	------

Tabla 24 — Matriz de consistencia de operacionalización de la variable independiente.

Efecto del uso de residuos sólidos de origen domestico en la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en tres tiempos de cosecha, Abancay - Apurímac

Variable	Definición conceptual	Aplicación del estudio
Variable independiente Residuos sólidos orgánicos de origen domestico	Desechos de origen orgánico, presentan características por su capacidad de poder ser desintegrados de forma natural y rápida, y ser transformados en otro tipo de material benéfico (Escobar, 2014).	Los residuos sólidos orgánicos de origen domestico como cascaras, vegetales, frutas, desperdicios, restos de huertos, etc. se aplicaron en una secuencia de descomposición para la elaboración de abono orgánico tipo Bocashi en de tres tiempos: T:1 a los 15 días. T:2 a los 30 días, T3: a los 60 días así mismo se llevó a cabo la comparación con el testigo elaborado en 90 días, los resultados de la composición se realizaron mediante análisis de laboratorio.

Anexo B

Instrumento de recolección de datos



Tabla 25 — Ficha de recolección de datos

	Nombre del evaluador: Variable a evaluar:			Fecha de evaluación:	
	Tratamientos				
N° Pila	T1	T2	T3	To	Σ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
.					
.					
.					
.					
Suma					
Promedio					
Obs.					

Anexo C

Resultados de análisis físico químico del abono orgánico tipo Bocashi



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD

PROCEDENCIA DE MUESTRA : SECTOR MOYOCORRAL, ABANCAY, ABANCAY - APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : FLOR NIEVES GALLEGOS BLAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/ C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	HUMUS	3.28	7.82	1.65	12.73	0.64	48.6	7,943

CUSCO, 21 DE NOVIEMBRE DEL 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)

Ing. Federico Huallpa Lima
ADMINISTRADOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

Figura 12 — Resultados de análisis físico-químico del T-1 (a los 15 días de cosecha)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD (MUESTRA ORGANICO)

PROCEDENCIA DE MUESTRA : MOYOCORRAL, ABANCAY, ABANCAY – APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : FLOR NIEVES GALLEGOS BLAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/c.c. C.E.	pH	% CaCO3	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P2O5	ppm K2O
01	T-2	2.65	8.20	0.00	28.47	1.42	78.4	7,942

CUSCO, 07 DE DICIEMBRE DEL 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
Ing. Federico Huallpa Lima
ADMINISTRADOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA EN QUÍMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

Figura 13 — Resultados de análisis físico-químico del T-2 (a los 30 días de cosecha)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD (MUESTRA ORGANICO)

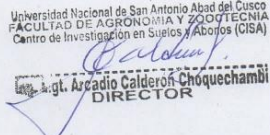
PROCEDENCIA DE MUESTRA : MOYOCORRAL, ABANCAY, ABANCAY – APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : FLOR NIEVES GALLEGOS BLAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/c.c. C.E.	pH	% CaCO3	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P2O5	ppm K2O
01	T-3	1.92	7.78	..	27.02	1.35	84.6	6,836

CUSCO, 12 DE ENERO DEL 2024.


Dr. Arcadio Calderón Choquechambi
 DIRECTOR

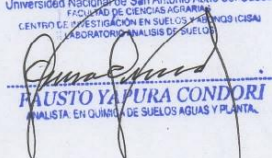

FAUSTO YAFURA CONDORI
 ANALISTA EN QUÍMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

Figura 14 — Resultado del análisis físico-químico del T-3 (a los 60 días de cosecha)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD

PROCEDENCIA DE MUESTRA : COMUNIDAD, MOYOCORRAL, ABANCAY, ABANCAY – APURIMAC.

INSTITUCION SOLICITANTE : FLOR NIEVES GALLEGOS BLAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/ C.E.	pH	% CaCO3	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	HUMUS T-4	1.57	7.90	1.24	12.98	0.65	104.7	7,986

CUSCO, 08 DE ENERO DEL 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)

Ing. Federico Hualpa Lima
ADMINISTRADOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

Fausto Yapura Condori
FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

Figura 15 — Resultado del análisis físico-químico del To (a los 90 días de cosecha)

ANEXO D

PANEL FOTOGRAFICO





Figura 16 — Apertura de hoyos



Figura 17 — Forrado de caseta



Figura 18 — Instalación de banner del título del proyecto



Figura 19 — Vista de la caseta de investigación con el banner instalado



Figura 20 — Trazo y diseño de la parcela experimental



Figura 21— Vista del trazo y diseño de la parcela experimental



Figura 22 — Pesado de residuos sólidos orgánicos de origen domestico



Figura 23 — Recolección de residuos sólidos orgánicos de origen domestico



Figura 24 — Proceso de elaboración de abono orgánico tipo Bocashi por capas



Figura 25 — Fumigación de la mezcla de melaza, levadura y chicha en cada capa



Figura 26 — Proceso de compostaje



Figura 27 — Cubierto de las pilas de abono orgánico con plástico negro



Figura 28 — Evaluación de parámetros físicos



Figura 29 — Observación de color del abono orgánico tipo Bocashi



Figura 30 — Vista de la muestra obtenida para su respectivo análisis en laboratorio



Figura 31— Evaluación de parámetros químicos



Figura 32 — Pesado de abono orgánico tipo Bocashi (para cosecha)



Figura 33 — Abono orgánico tipo Bocashi cernido y homogenizado de las tres repeticiones para la obtención de la muestra



Figura 34 — Muestreo de abono orgánico tipo Bocashi para laboratorio en tres tiempos



Figura 35 — Obtención de la muestra del abono orgánico tipo Bocashi para el análisis físico-químico



Figura 36 — Entrega de la muestra al laboratorio de la UNSAAC para su respectivo análisis



Figura 37 — Visita por parte de la asesora al área experimental

Anexo C

Mapa de ubicación del experimento



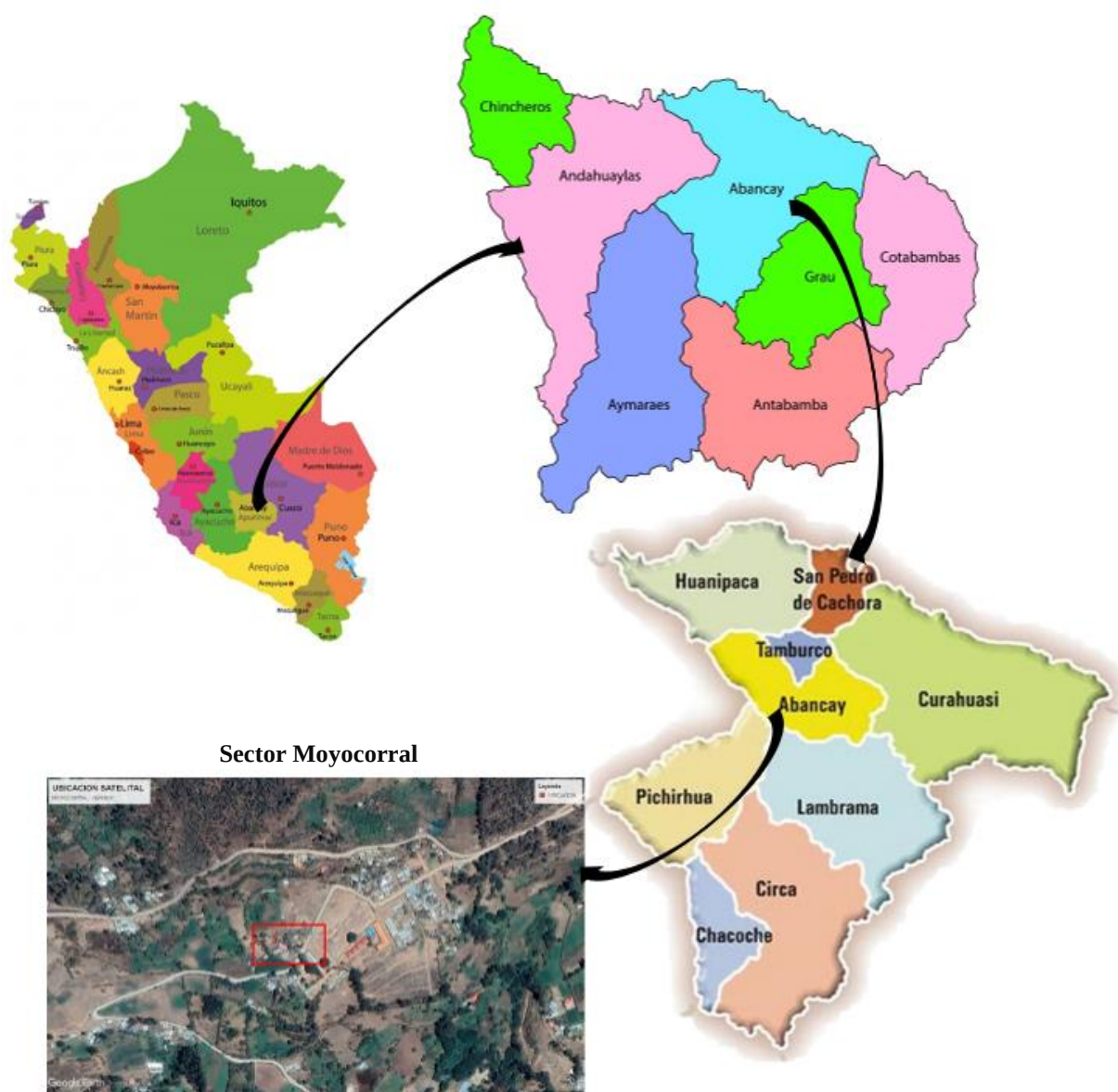


Figura 38 — Mapa de ubicación del experimento

Anexo E

Croquis de dimensión del área experimental y distribución de bloques y tratamientos



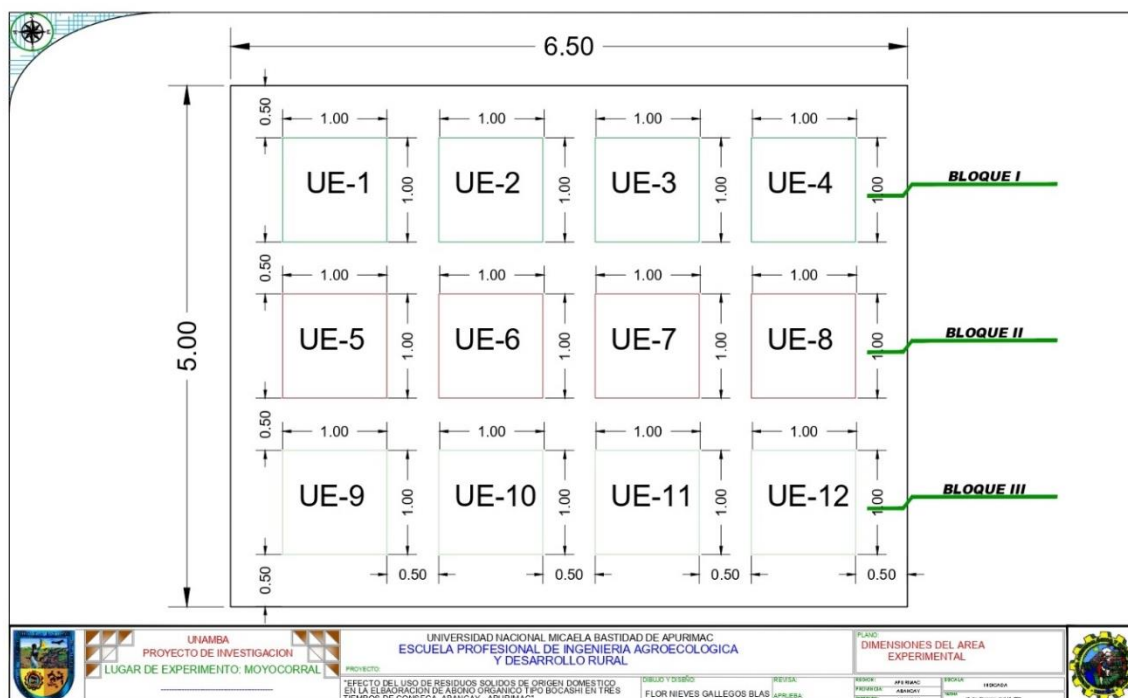


Figura 39 — Dimensiones del área experimental

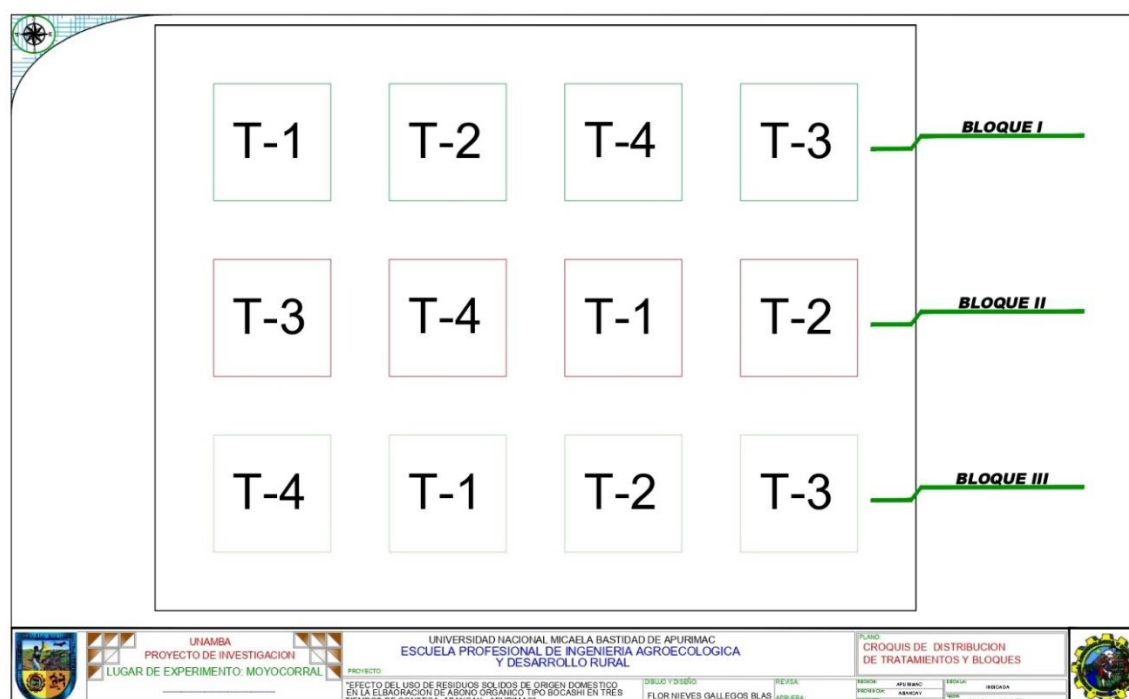


Figura 40 — Croquis de distribución de bloques y tratamiento