

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**CARACTERIZACIÓN DEL COMPOST DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS  
(FRUTAS Y VERDURAS) DEL MERCADO MAYORISTA CHOTA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

**AUTOR:**

Bach. Díaz Caruajulca José Luis

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Alfonso Sánchez Rojas

**CHOTA – PERÚ**

**2021**

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del asesor, Ing. M.Sc. Alfonso Sánchez Rojas.

*Ing.M.Sc. Alfonso Sánchez Rojas.*  
Asesor

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 004-2022/EPIFS - FCA/UNACH

Siendo las 4:00 pm horas, del día 17 de febrero de 2022, en video conferencia del aplicativo Google Meet, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Caracterización del Compost de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota”:

1. Dr. Héctor Orlando Chávez Angulo - Presidente
2. M.Sc. Pacífico Muñoz Chávarry - Secretario
3. Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza - Vocal

Sustentada por el Bach. Díaz Caruajulca, José Luis con la finalidad de obtener Título en Ingeniería Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda **Aprobar** la tesis, calificándola con la nota de: **16 (Dieciséis)**, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el título respectivo.

Firmado en: Chota, 17 de febrero del 2022



.....  
Presidente



.....  
Secretario



.....  
Vocal



### **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios por brindarme fortaleza, salud y vida para realizar con satisfacción este gran objetivo, a mis padres quienes me orientan por el sendero de la vida.

A todas las personas que formaron parte del presente trabajo, en especial aquellas que me brindaron su apoyo incondicional y emocionalmente, animándome día a día a seguir adelante.



### **DEDICATORIA**

A mis padres por su inquebrantable respaldo y tolerancia en mi carrera profesional y por ser mi motivo para mi superación académica, profesional y personal. A Dios por otorgarme la sabiduría y la salud para lograrlo.



**ÍNDICE**

RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases teóricas .....	16
2.3. Marco Conceptual.....	25
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	28
3.1. Ubicación.....	28
3.2. Población y muestra .....	28
3.3. Equipos, materiales e insumos .....	28
3.3.1. Equipos .....	28
3.3.2. Materiales de campo.....	29
3.3.3. Insumos.....	29
3.4. Metodología de la investigación.....	29
3.4.3. Operacionalización de variables .....	30
3.4.4. Elaboración de la pila .....	31
3.4.5. Fase de campo .....	31
3.4.6. Fase de gabinete.....	36
3.4.7. Técnicas de recolección de datos.....	38
3.4.8. Instrumentos para la recolección de datos .....	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1. CONCLUSIONES.....	56
5.2. RECOMENDACIONES .....	57
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	58
ANEXOS.....	65



ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Relación de C/N de algunas materias orgánicas</i> .....	18
<b>Tabla 2</b> <i>Abono orgánico según la Organización Mundial de la Salud</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de variables e indicadores.</i> .....	30
<b>Tabla 4</b> <i>Humedad promedio empleando la técnica del puño cerrado</i> .....	44
<b>Tabla 5</b> <i>Contenido de microelementos del compost obtenido</i> .....	46
<b>Tabla 6</b> <i>Relación Carbono/Nitrógeno</i> .....	49
<b>Tabla 7</b> <i>Prueba de Tukey para el pH de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	51
<b>Tabla 8</b> <i>Prueba de Tukey para Materia Orgánica de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	51
<b>Tabla 9</b> <i>Prueba de Tukey para Fosforo de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	52
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de Tukey para Potasio de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	52
<b>Tabla 11</b> <i>Prueba de Tukey para Carbono de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	53
<b>Tabla 12</b> <i>Prueba de Tukey para Nitrógeno de los 4 tratamientos aplicados</i> .....	53
<b>Tabla 13</b> <i>Comparación del compost obtenido con la norma chilena</i> .....	54
<b>Tabla 14</b> <i>Matriz de consistencia</i> .....	65
<b>Tabla 15</b> <i>Prueba de Anova</i> .....	70
<b>Tabla 16</b> <i>Comparaciones múltiples</i> .....	71



ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Proceso de elaboración del Compost</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Conformación de la pila de compost <math>T_0</math></i> .....	33
<b>Figura 3</b> <i>Conformación de la pila de compost <math>T_1</math></i> .....	33
<b>Figura 4</b> <i>Conformación de la pila de compost <math>T_2</math></i> .....	34
<b>Figura 5</b> <i>Conformación de la pila de compost <math>T_3</math></i> .....	34
<b>Figura 6</b> <i>Flujograma del proceso de compostaje</i> .....	35
<b>Figura 7</b> <i>Comportamiento del parámetro de temperatura</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Comportamiento del parámetro de pH durante todo el proceso de compostaje</i> .	42
<b>Figura 9</b> <i>Picado y homogenización de los residuos orgánicos</i> .....	73
<b>Figura 10</b> <i>Conformación de la pila, colocando los materiales uno sobre de otro</i> .....	73
<b>Figura 11</b> <i>Control y registro de la temperatura</i> .....	74
<b>Figura 12</b> <i>Control y registro del pH</i> .....	74
<b>Figura 13</b> <i>Control de la humedad durante el proceso de compostaje</i> .....	75
<b>Figura 14</b> <i>Riego y volteo de la materia orgánica en descomposición</i> .....	75
<b>Figura 15</b> <i>Obtención del compost</i> .....	76



## RESUMEN

La investigación planteó como objetivo caracterizar el compost elaborado a partir de residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota. El estudio fue descriptivo correlacional, de diseño experimental, la muestra estuvo constituida por 960 kg de residuos sólidos, la técnica fue la observación y los instrumentos fueron pH-metro, termómetro digital y la ficha de registro. Los resultados de la investigación mostraron que durante el proceso de degradación de los residuos orgánicos [90 días] la temperatura máxima alcanzada fue de 34.2 °C para el T<sub>0</sub>, posteriormente, durante el proceso de maduración iniciado a partir del día 60 los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> mostraron una temperatura de 18 y 20 °C; el pH se mantuvo en un rango de +5 a ±7.5 y la humedad se mantuvo óptima. Asimismo, la calidad del compost de los cuatro tratamientos con relación a la Norma Chilena 2880 muestra un compost de clase A, cumpliendo los parámetros de pH, Nitrógeno, fósforo, potasio y la relación del C/N, sin embargo, la materia orgánica se encontró por debajo del valor mínimo establecido en la norma. Finalmente, las propiedades físico – químicas obtenidas del producto final en los cuatro tratamientos fue: pH neutro [+5.9 a ±7.2], materia orgánica [+10% a ±13.25%], potasio [+0.0016 a ±0.0020%], fósforo [+0.033 a ±0.034 %], Carbono [+18.28 % a ±19.65%] y Nitrógeno [+0.81% a ±1.064%], siendo de acuerdo a la prueba de Tukey los tratamientos con características más eficientes los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.

**Palabras claves.** Compostaje, descomposición, residuos orgánicos.



---

---

**ABSTRACT**

The objective of the research was to characterize the compost made from organic waste (fruits and vegetables) from Chota wholesale market. The study was descriptive correlational, experimental design, the sample consisted of 960 kg of solid waste, the technique was observation and the instruments were pH-meter, digital thermometer and the registration form. The results of the investigation showed that during the organic waste degradation process [90 days] the maximum temperature reached was 34.2 ° C for T0, later, during the maturation process started from day 60 the T3 treatments, T2, T0 and T1 showed a temperature of 18 and 20 ° C; pH was maintained in a range of +5 to ± 7.5 and humidity was optimal. Likewise, the quality of the compost of the four treatments in relation to the Chilean Standard 2880 shows a class A compost, meeting the parameters of pH, Nitrogen, phosphorus, potassium and the C / N ratio, however, the organic matter is found below the minimum value established in the norm. Finally, the physical-chemical properties obtained from the final product in the four treatments were: neutral pH [+5.9 to ± 7.2], organic matter [+ 10% to ± 13.25%], potassium [+0.0016 to ± 0.0020%], phosphorus [+0.033 to ± 0.034%], Carbon [+18.28% to ± 19.65%] and Nitrogen [+ 0.81% to ± 1.064%], the treatments with the most efficient characteristics being the T1 and T2 treatments according to the Tukey test

**Keywords.** Composting, decomposition, organic waste.



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial los residuos sólidos constituyen un problema económico, social y ambiental; ya que estos son generados a diario con cada actividad que el hombre realiza. Salazar (2012), cita a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI] y precisa que residuo es “todo producto producido por las actividades del hombre u otros seres vivos” (p. 33). Por su parte, el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE, 2012) afirma que: “el residuo es un elemento que puede encontrarse en estado sólido, líquido y gaseoso; el cual se genera en establecimientos y hogares durante el proceso de producción y consumo” (p. 64).

En América Latina la población en su mayor parte es urbana y ello conlleva a generar la acumulación de más residuos sólidos. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2012) “América Latina y el Caribe en el año 2012, generaron 436.000 toneladas [t] de residuos urbanos [0,93 kilogramos [kg] per cápita], superior en 60% a 1995 donde se generó 275.000 t/d [ 0.75 kg per cápita aproximado]” (p. 94). Estos factores, en un entorno de pobreza, generan altos impactos en el ambiente y la salud.

A nivel nacional se genera una elevada cantidad de residuos, es así que, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016) “como resultado de la gestión integral de residuos, muestra que periodos como el 2014 generó 7.5 millones de toneladas de residuos municipales; donde menos del 50% fue dispuesto de manera adecuada en rellenos sanitarios; siendo la mayoría de estos residuos arrojados en botaderos o a las afueras de las ciudades” (p.15).

El crecimiento poblacional en la región Cajamarca trae consigo mayor producción de residuos. En el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS, 2007) ha establecido que de forma diaria se genera unas 113.5 toneladas de residuos sólidos, de estos, 106 toneladas son residuos municipales y 6,6 toneladas son no municipales haciendo una producción per cápita de 0.51 kg/hab/día, y los residuos domésticos ascienden a 63,78 t/d (p. 30). El informe demuestra que la región Cajamarca, se ve afectada con la generación de residuos sólidos, los cuales traen graves problemas al ambiente.

La ciudad de Chota no es ajena a este problema ambiental, los residuos sólidos generados por su población son depositados en el botadero municipal ubicado en la comunidad de Pingobamba, el cual está generando malos olores y afectando a los ecosistemas del entorno. La municipalidad tiene que actuar a la brevedad posible y evitar que el problema se agrave. Para evitar los malos olores que se genere en el botadero se debe colocar una capa de cal sobre todos los residuos posterior a esto una capa de tierra, además el perímetro del botadero debe estar cercado evitando el ingreso de personas no autorizadas y se debe de construir un relleno sanitario para una adecuada disposición final de los mismos; por otro lado, los residuos orgánicos producidos no deben ser vertidos en el botadero, ya que estos generan gases tóxicos para el suelo, estos residuos se pueden aprovechar dándoles un tratamiento adecuado, la técnica usada mayormente para aprovechar la materia orgánica es el compostaje por medio del cual se obtiene abonos orgánicos muy beneficiosos para el suelo. Motivo por el cual, se planteó el presente estudio, que tiene como fin adquirir información o línea de base para implementar algunos proyectos en bienestar de la población.

El problema planteado en la investigación fue: ¿Qué características tiene el compost elaborado a partir de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota? los problemas específicos fueron: ¿Cómo se da el proceso de degradación de los residuos orgánicos, considerando parámetros de temperatura, pH y humedad?, ¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del producto final para uso como abono orgánico? y ¿Cuál es la calidad del compost final de acuerdo con la norma chilena?.

Los objetivos planteados en la investigación fueron, objetivo general: Caracterizar el compost elaborado a partir de residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota; los objetivos específicos fueron: evaluar el proceso de degradación de los residuos orgánicos, considerando parámetros de temperatura, pH y humedad; analizar las propiedades físico – químicas del producto final para uso como abono orgánico y comparar la calidad del compost final con la norma chilena.

La investigación tuvo como finalidad caracterizar un compost orgánico elaborado a partir de residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota. Por medio de la técnica del compostaje se logrará obtener un compost orgánico, esto permitirá aprovechar el 54.61% de materia orgánica de las 10.85 toneladas de



residuos sólidos producidos a diario en la ciudad de Chota, los cuales no son tratados de forma técnica y son arrojados al botadero de Pingobamba.

La técnica de compostaje permite obtener bioproductos como metano, compost y abonos orgánicos. Esta técnica involucra la biodegradabilidad de la materia orgánica en presencia de microorganismos lo que permite convertir por efecto de la actividad metabólica los residuos en sustancias simples asimilables por el suelo y los cultivos agrícolas ayudando a reaprovechar la materia orgánica arrojada diariamente en el botadero.

Finalmente, el informe se estructuró en siete capítulos. El capítulo I, se encuentra constituido por el problema, la justificación y los objetivos, el capítulo II se encuentra conformado por antecedentes previos a la investigación y las bases científicas y teorías que hicieron posible el desarrollo del estudio; el capítulo III, detalla el proceso metodológico usado en el desarrollo del trabajo investigativo, el capítulo IV, contiene los resultados a los cuales se llegó con la investigación; en los capítulos V, VI y VII se encuentran las conclusiones, referencias bibliográficas y los anexos respectivos.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Orden (2018), obtuvo compost utilizando restos de plantas de cebolla y desechos de producción bovina intensiva, mediante el sistema de pilas con volteo a campo apto para ser utilizado en producciones agrícolas, además de validar y sistematizar el uso de esta tecnología para dar respuesta a las problemáticas medioambientales generadas por la producción de la cebolla. La investigación fue descriptiva y de diseño experimental. La población y la muestra fueron residuos de origen vegetal constituido por 80% de catáfilas de protección y 20% de bulbos de descarte. Los resultados de la investigación fueron que, durante los primeros siete días del compostaje de residuos de cebolla y estiércol, se produjo un marcado incremento de la temperatura superando los 50 °C y posterior a los 90 días de iniciado el proceso las pilas alcanzaron valores inferiores a los 30 °C. Con relación al pH inició con un rango de neutralidad y en los 30 días posteriores se detectaron cambios. Se concluyó de la investigación que los residuos son aptos para ser compostados en pilas con volteo de campo.

Sotorino (2017), en su tesis tuvo como objetivo profundizar en el estudio de aspectos del conocimiento técnico del compostaje descentralizado a pequeña escala. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo descriptiva, de diseño no experimental. La población estuvo conformada por residuos municipales y biorresiduos; y la muestra la conformaron 8 submuestras tomadas al azar en diferentes puntos (15 a 20 litros cada una). Los resultados de la investigación evidenciaron que la temperatura media en residuos de origen industrial fue de 58 °C y de 36 °C en residuos domésticos. En referencia a la pérdida de peso se observó que el residuo industrial es el que presentó mayor pérdida de peso con 16 kg y de residuos domésticos se obtuvo 42 kg. Se concluyó que, el nivel significativo de la homogenización se establece por el proceso de desvitalización de semillas durante el compostaje por lo que se indica que para lograr un adecuado proceso de compostaje es pertinente la consideración de la duración, así como una correcta proporción de material inicial.

Fallas (2016), en su tesis evaluó el compostaje usando aireación mecánica, con la finalidad de determinar la razón de transferencia de calor entregada al aire que pasa a través de la pila de compost. La investigación fue descriptiva, experimental. Su población fue la pulpa (broza) de café fresco y borucha de madera fresca y la muestra fue 18 kg y 0,85 kg respectivamente. La evaluación de datos se efectuó a través del análisis de varianza, del mismo modo se analizó la concentración de oxígeno y la temperatura promedio entre ambas muestras. El resultado de la investigación determinó diferentes etapas de calor durante el compostaje una etapa termófila los primeros días del ensayo, llegando a valores máximos de 56,2 °C para la prueba 1 y 47,5 °C para la prueba 2, la etapa mesófila se alcanzó al principio del ensayo. Se concluyó que el contenido de humedad, la concentración de oxígeno, temperatura, relación C/N y el tamaño de partícula son los principales factores que afectan el proceso de compostaje.

Arrigoni (2016), en su tesis evaluó la optimización de un sistema de compostaje en pequeña escala, que se adapte a regiones de climas fríos y permita obtener una enmienda de calidad agronómica. La metodología de la investigación fue cuantitativa. La población y la muestra estuvo conformada por los restos procedentes de las actividades del comedor de la entidad donde se efectuó la investigación y por residuos generados de las actividades de jardinería, los cuales fueron recolectados en 18 jornadas formando 4 estratos de 350 g. Los resultados de la investigación fue que la temperatura alcanzo valores máximos y mínimos (>40 °C). Con relación al carbono se estableció un desarrolló máximo de 20,5 y un mínimo de 4,8 kg<sup>-1</sup>. Finalmente, con relación al pH y conductividad eléctrica los valores más bajos se observan en estratos de 30 cm, seguido de 70 y 50 cm, correspondiendo a T<sub>30</sub>, T<sub>50</sub> y T<sub>70</sub> el rango óptimo de pH fue de 6 a 7,8. En el caso de la conductividad eléctrica los valores promedios encontrados entre los 103 y 204 días fueron de 3,1 a 2,1 dS m<sup>-1</sup>. Se concluyo de la investigación que es viable el uso del compost en condiciones climáticas desfavorables.

Yanasupo (2018), en su tesis estudió la alteración de la calidad del compost con porcentajes de restos de cosecha de maíz y excretas de vacuno, utilizando microorganismos eficientes. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo descriptiva de diseño experimental. La muestra fue 15, 23 kg de estiércol y 9,73 kg de rastrojos de maíz, además el número de tratamientos establecidos para dicho estudio fue de 6. Se obtuvo que la temperatura inicial fue 21°C y 23°C, y la temperatura máxima alcanzada para el tratamiento T<sub>3</sub> fue 37°C (70%RM+30%EV+EM) y de 36°C para el T<sub>6</sub> (70%RM+30%EV), en los 10 a 12 días; las temperaturas registradas al final del proceso (83 días) fueron 18°C y 20°C, es decir, equivalente a la temperatura ambiente. Finalmente, se concluyó de la investigación que el uso de microorganismos eficientes afecta las propiedades del compost (químicas y biológicas), especialmente en su procesamiento y las cantidades empleadas influyeron en la degradación de restos de cosecha de maíz en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>.

Olivera (2016), en su tesis diseñó una planta piloto para el tratamiento de residuos sólidos domésticos (fracción orgánica biodegradable) y su uso como fertilizante alternativo en la conservación de los espacios verdes del distrito de Chepén. La investigación fue descriptiva de carácter experimental y la muestra lo conformó 74 viviendas. Los resultados de la investigación determinaron que la producción diaria de residuos sólidos fue de 0.52 kg por persona, con una humedad relativa de 75.21% y densidad de 259.3 kg/m<sup>3</sup>, además, se determinó que los residuos orgánicos estuvieron compuestos por residuos de alimentos, cáscaras de vegetales, frutas, excretas de animales menores. Por otra parte, se puede apreciar que el valor de residuos para el 2015 fue de 9,91 tn, con un coste/beneficio igual a S/. 0.15. Se concluyó que, los residuos sólidos orgánicos identificados en el distrito de Chepén fueron de cuatro tipos, además, los residuos de comida, jardinería y de excretas de animales menores identificados durante el estudio son adecuados para ser usados en el proceso de compostaje.

Cabrera y Rossi (2016), desarrollaron una propuesta a escala piloto para la producción de compost utilizando restos vegetales procedentes de las zonas verdes del distrito de Miraflores. La metodología de la investigación fue descriptiva, de diseño experimental. La población muestral fue 3,196 kg y adicional a ello se utilizó 50 kg de melaza. Los resultados de la investigación

fueron que existió una buena humedad en los 4 tratamientos, pero los valores más altos se presentaron en el 3 y 4 con 48,8% y 49,5% respectivamente. La temperatura alcanzó el valor máximo en la cuarta semana y mostró un comportamiento diferente al del compost generado con estiércol. El pH se mantuvo estable (7 y 7,5), indicando de esta forma que se fue la aireación quien favoreció la propagación de microorganismos y con esto favoreció la descomposición de la materia prima. Finalmente, los valores de materia orgánica fueron: para el tratamiento 1 con 34,1%, el tratamiento 2 con 33,8%, tratamiento 3 con 33,3% y para el tratamiento 4 fue de 33,1% similares resultados se observaron en el Carbono total. Se concluyó de la investigación lo factible que es producir composta a partir de restos de vegetales provenientes del mantenimiento de jardinería del distrito de Miraflores

Cajahuanca (2016), en su tesis optimizó el manejo de residuos orgánicos haciendo uso de microorganismos eficientes [*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sp.*, *Lactobacillus sp*] en el compost que se produce en el centro de gestión de residuos de la central hidroeléctrica Chaglla. La investigación fue cuantitativa, de tipo descriptivo y de diseño no experimental. La población y la muestra fue de 1570 kilogramos de residuos orgánicos. Los resultados de la investigación fueron que el insuficiente oxígeno generado durante el compostaje puede transformar el proceso en anaerobio produciendo olores fuertes; es así que la ausencia de oxígeno afecta el proceso de degradación de residuos. Se concluyó que, el uso de microorganismos es el método más preciso para el tratamiento de los residuos orgánicos, pudiéndose obtener un producto adecuado para un suelo sano y fértil como se identificó en el estudio, además de obtener un valor económico importante al venderse como abono orgánico.

Ludeña (2019), en su tesis determinó la disminución del periodo de descomposición de desechos sólidos orgánicos municipales, en la ciudad de José Gálvez, añadiendo excretas de ganado vacuno y microorganismos eficaces. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de diseño descriptivo – comparativo y de diseño experimental. La población y la muestra fue 12 kg/m<sup>3</sup> de residuos orgánicos y 92 kg/m<sup>3</sup> de excretas de ganado vacuno. Los resultados de la investigación determinaron que la temperatura registrada en la etapa mesofílica fue entre 21.5 °C y 27.5 °C durante 10 días, posteriormente y en la etapa de

descomposición se consiguió una temperatura máxima de 37.25 °C, asimismo el pH se encontró en niveles de 5 y 8.5, la conductividad eléctrica y la humedad del compost obtenido superó lo establecido por la Norma Chilena, sin embargo, la materia orgánica se encontró dentro del rango establecido por la norma. Se concluyó de la investigación que el análisis del material experimental comparado con la Norma Chilena NCh 2880-2005 cumplió con una gran cantidad de criterios establecidos, asimismo, los metales pesados que han sido analizados se encontraron en bajas concentraciones, esto refiere que el compost es de tipo b.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Factores de control técnico

Moreno (1993) citado por Enrique (2013), afirma que los componentes más significativos son:

- **Temperatura.** Contribuye con la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malezas; a temperaturas elevadas, muchos microorganismos de interés mueren, mientras que otros microorganismos no se desarrollan, la temperatura alcanzada generalmente oscila entre los 35 y 55 C°.
- **Humedad.** El nivel óptimo de humedad es 40 a 60%. Si la cantidad de agua es alta, esta ocupara todos los poros convirtiendo el proceso en anaeróbico; por otro lado, si la cantidad de agua es muy baja el proceso se vuelve más lento debido a que la actividad de los microorganismos se reduce.
- **pH.** Afecta el proceso de compostaje por tener efecto sobre los microorganismos. Generalmente los hongos pueden tolerar un rango de pH de 5-8, por otro lado, la tolerancia de las bacterias es baja (pH = 6-7,5).
- **Oxígeno.** Componente fundamental, pues el proceso de compostaje es aeróbico. La acumulación de oxígeno depende del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de rotación y ventilación.
- **Relación Carbono/Nitrógeno equilibrada.** Son los dos componentes esenciales de la materia orgánica para lograr un

compost de alta calidad, es indispensable equilibrar la relación entre los dos componentes. En teoría, una relación C/N de 20-30 es suficiente. Esto variará dependiendo de las materias primas que componen el compost. Si la relación C/N es muy elevada, se reduce la actividad biológica; del mismo modo, si esta es extremadamente baja no afectará al compostaje y el excedente de Nitrógeno se perderá en forma de amoníaco. En la tabla 01 se presenta la composición química de diferentes materias primas a usar en un proceso de compostaje.

**Tabla 1**

*Relación de C/N de algunas materias orgánicas*

Materia prima	C/N	Materia prima	C/N
Alfalfa	16-20: 1	Orina	0.8: 1
Bagazo de caña	150: 1	Paja de arroz	100: 1
Basuras	35: 1	Paja de fréjol	40: 1
Cáscara de maní	55: 1	Paja de maní	20: 1
Corteza	120: 1	Paja de trigo	60-110: 1
Estiércol de gallina	10: 1	Papeles, cartón	350: 1
Estiércol de la vaca	18 - 25: 1	Residuos de la cocina	15: 1
Heno fresco	12: 1	Residuos del jardín	40: 1
Hierbas cortadas	20: 1	Aserrín	500: 1
Hojas de yuca	12: 1	Restos de frutas	40: 1
Hojas secas	45: 1	Aserrín fresco	500-800: 1
Jacinto de agua	20: 1	Restos de lechuga	14:1
Mezcla de estiércol, orina más agua de vaca	10: 1	Cáscara de manzana	48: 1
Mezcla de orina y agua de la vaca	15: 1	Troncos de maíz con hojas	55-70: 1

Fuente. Cahahuanca (2016).

## **2.2.2. Proceso del compostaje**

El Sistema de Información del Sector Agropecuario INFOAGRO (2010) afirma que, el compost es un proceso biológico que ocurre en presencia de oxígeno, en donde se asegura la degradación de la materia prima en material homogéneo y accesible para las plantas; teniendo en cuenta los cambios de temperatura, el compostaje presenta cuatro etapas fundamentales (figura 01):

### **2.2.2.1. Mesofílico**

Los microorganismos mesófilos se reproducen de forma acelerada, ya que la masa vegetal se encuentra a temperatura ambiente. Debido a la mayor actividad microbiana, se genera un incremento de temperatura y la disminución del pH debido a los ácidos orgánicos producidos

### **2.2.2.2. Termofílico**

La temperatura alcanza los 40 °C, los microorganismos termofílicos convierten el Nitrógeno en amoníaco y el pH de la pila se vuelve alcalino. A los 60 °C, desaparecen los hongos termofílicos surgiendo bacterias patógenas y actinomicetos. Estos son los encargados de desintegrar proteínas, ceras y hemicelulosas.

### **2.2.2.3. De enfriamiento**

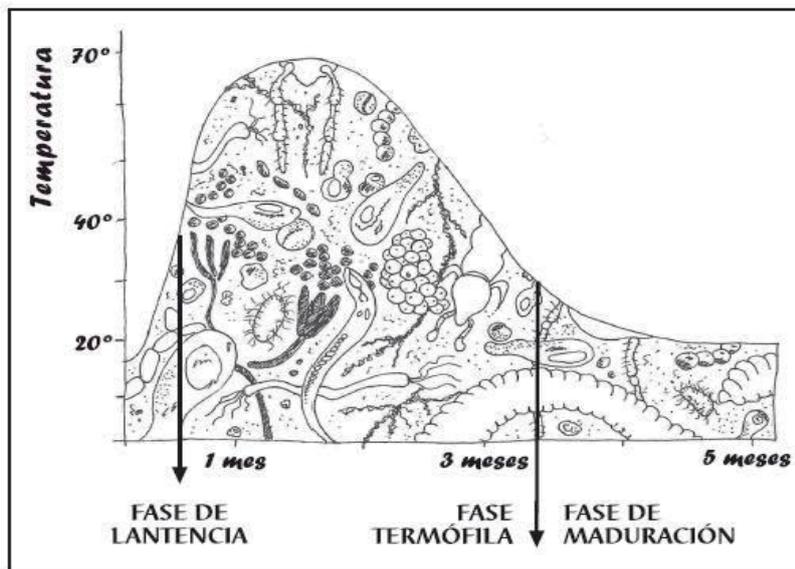
Al generarse una temperatura inferior a 60°C, los hongos termófilos reaparecerán, invadirán el mantillo y descompondrán la celulosa. De igual manera, cuando la temperatura descienda por debajo de los 40°C, las bacterias mesófilas también reanudarán su actividad y el pH del medio de cultivo descenderá levemente.

### **2.2.2.4. De maduración**

Este proceso demanda de varios meses a temperatura ambiente, durante el cual ocurren reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Figura 1

Proceso de elaboración del Compost



Fuente. Grama (2005).

### 2.2.3. Calidad del compost

La calidad del compost se determina por sus características físicas y químicas. Uribe (2003), citado por Vera (2018) señala que la heterogeneidad inicial de la mezcla impacta en la calidad del compost final, el cual depende de parámetros como pH, Carbono, humedad temperatura, relación Carbono/Nitrógeno, presencia de oxígeno, entre otros.

Según la Organización Mundial de la Salud los parámetros para un compost de calidad son: el contenido de humedad el cual oscila entre 30% y el 50 %, el valor de pH entre 6 y 9, dimensión de partícula entre 2 y 10 mm, la fracción orgánica de 25 y el 50%, el Carbono entre el 8% y el 50 %, Nitrógeno entre el 0,4 y el 3,5%, el fósforo entre el 0,3 y el 3,5%, el potasio entre el 0,5 y el 1,8%, estos son estándares generales de calidad (OMS, 1999).

**Tabla 2**

*Rangos normales de las propiedades del abono orgánico*

<b>Propiedades</b>	<b>Rango normal</b>
Contenido de humedad %	30-50
Materia inerte %	30-70
pH	6-9
Tamaño máximo de partículas (mm)	2 -10
Materia orgánica %	25 a 50
Carbono %	8 a 50
Nitrógeno %	0.4 a 3.5
Fosforo %	0.3 a 3.5
Potasio %	0.5 a 1.8

*Fuente.* Organización Mundial de la Salud (1999)

#### **2.2.4. Norma Chilena oficial de compost – clasificación y requisitos**

La Norma Chilena 2880 refiere que los rangos máximos y mínimos que debe alcanzar el compost comercial en términos de conductividad eléctrica, pH y relación C/N, pudiendo clasificarse como tipo A o B. La primera categoría no tiene restricciones de uso y la segunda sí (Norma Oficial Chilena [NCh] 2880, Clasificación y requisitos de composta).

**- Compost Clase A:**

- Conductividad: menor o igual a 5 mho/cm.
- Relación C/N: debe estar entre 10 y 25.
- pH: debe estar entre 5,0 y 7,5
- Materia Orgánica: mayor o igual a 45%.

**- Compost Clase B:**

- Conductividad: valores entre 5 mho/cm y 12 mho/cm.
- Relación C/N: debe estar entre 10 y 40.
- pH: debe estar entre 7,5 y 8,5

- Materia Orgánica: mayor o igual a 25%.

Las reglas descritas anteriormente sirven para comparar los resultados que hemos obtenido; el motivo de la comparación con estos estándares internacionales es que en nuestro país no existen normativas que estipulen las características que debe tener la composta comercial. Los resultados y características obtenidos de la composta final de este estudio se han comparado con las especificaciones de estandarización en América Latina, tomando como referencia las especificaciones chilenas.

### **2.2.5. Propiedades del compost**

Gasán (2002) refiere que las características de la composta son:

- Las propiedades físicas del suelo se mejoran. El material orgánico proporciona estabilidad a la estructura del suelo agrícola al reducir la densidad, aumentar la porosidad y la permeabilidad.
- Proporciona estabilidad a la estructura de los suelos agrícolas, dado que reduce la densidad, incrementa la porosidad, la permeabilidad y mejora la retención de agua.
- Las propiedades químicas mejoran. La cantidad de macronutrientes N, P, K, y micronutrientes incrementa, así como la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) y se convierte en depósito de nutrientes para los sembríos.
- Se incrementa la acción biológica del suelo, puesto que sirve como alimento y sustento de microorganismos que viven del humus favoreciendo a la mineralización.

### **2.2.6. Fabricación del compost**

De acuerdo a INFOAGRO (2010), el compost se obtiene de las siguientes formas:

#### **a) En montón**

Esta es una de las formas más comunes para la fabricación de compost, consiste en acumular diversos tipos de restos orgánicos, para lo cual se debe tener en cuenta:

- **Realizar una mezcla correcta**

La materia prima debe estar completamente combinada y homogeneizada, por lo que es recomendable triturar primero la materia prima, ya que la tasa de formación de compostaje es inversa a la proporción del tamaño del material. Cuando el residuo es grande, existe el riesgo de aireación excesiva en la pila afectando el proceso de compost.

- **Utilizar proporciones adecuadas**

El compost deberá poseer una cantidad conveniente que permita lograr un balance entre la ventilación y la humedad en contacto con el suelo. Para este fin, se dispersará un poco de tierra fértil en el material vegetal.

El establecimiento de la pila depende de las condiciones del clima de cada región y del periodo en el que se produzca. En ambientes de temperatura fría y húmeda se instalará en un ambiente cerrado. En ambientes calurosos se deberá colocar bajo sombra.

- **Manejo de la pila**

Formado la pila es adecuado efectuar un manejo adecuado, porque de ello, depende la calidad de la composta. La pila se ventilará continuamente, para beneficiar la acción de la oxidasa por parte de los microorganismos desintegradores.

El girado de la pila es la representación más pronta y económica de establecer la oxigenación durante el compostaje, además de uniformizar la mezcla y tratar de asegurar una temperatura uniforme en todas las pilas.

La humedad debe conservarse entre el 40 y el 60%. Si en la pila los residuos están muy aglomerados, contiene demasiada agua, produciendo fermentaciones indeseables que generan sustancias tóxicas.

**b) En silos**

Se utiliza para hacer pequeños lotes de compost. El material orgánico se introduce en un silo vertical sea redondo o cuadrado de 2 a 3 metros de altura, y los lados del silo deben calarse para admitir la ventilación.

**c) En superficie**

Implica esparcir una fina capa de material orgánico finamente dividida sobre el suelo, lo que hace que se descomponga y penetre gradualmente en el suelo. La materia orgánica sufre desintegración aeróbica y afirma la cubierta y defensa del suelo, pero la pérdida de Nitrógeno es mayor, sin embargo, se puede compensar fijando el Nitrógeno del ambiente.

**2.2.7. Residuos orgánicos como materia prima para la producción de abono**

Según Zamora (2013) en la Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, sostiene que los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellos que se obtienen a partir de restos vegetales o excretas de animales. La colocación de excretas y purines, es un método tradicional de abono. Para aprovechar mejor las propiedades que tienen los residuos orgánicos como abonos, estos deben recibir un tratamiento aerobio (compostaje) antes de su incorporación al suelo.

**2.2.8. Propiedades de los abonos orgánicos**

Ariza (2012), expresa que; “los abonos orgánicos poseen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, incrementando su fertilidad”. Ariza (2012) citado por Cajahuanca (2016), señala que las propiedades del abono son:

**a. Propiedades físicas**

El abono por su color oscuro capta más radiación solar, permitiendo aumentar la temperatura del suelo y absorbiendo con facilidad los nutrientes. Además, permite mejorar la textura y estructura del suelo, volviendo más ligeros a los suelos arcillosos y los arenosos más compactos. El abono además permite disminuir la

degradación del suelo generado principalmente por el aire o por el agua (Ariza, 2012; citado por Cajahuanca, 2016).

Trinidad (2007) por su parte, refiere que:

El abono favorece a las características del suelo como: porosidad, estructura, capacidad de retener agua, estabilidad de agregados, conductividad hidráulica y aireación. Es así que un incremento en la porosidad del suelo permite el aumento en la retención del agua, que a la vez genera una mayor capacidad de infiltración del agua en el terreno. Lo señalado es de significancia en suelos con pendiente, donde el agua puede cursar de manera superficial y no es aprovechada en su máxima capacidad.

Cabe señalar que a mayor porosidad existirá un efecto contrario o inverso con respecto a la densidad del suelo, así como su compactación. Evidentemente, con el tiempo, el uso de fertilizantes tendrá un efecto positivo sobre las propiedades del suelo. Sin embargo, es adecuado considerar ciertos aumentos de conductividad eléctrica relacionado con la salinidad del suelo.

#### **b. Propiedades químicas**

Puente (2010), afirma que el abono orgánico incrementa la capacidad de absorción del suelo y disminuye las fluctuaciones de pH, incrementando así la capacidad de intercambio catiónico del terreno, mejorando su productividad.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Residuos orgánicos**

Son restos de procedencia vegetal, animal y biológico, que se descomponen de forma natural originando gases como metano y dióxido de Carbono; además generan lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final (OEFA, 2014).

### **2.3.2. Residuos domiciliarios**

Los restos domiciliarios pueden definirse como, restos originados en los domicilios como resultado de las actividades cotidianas. También son residuos domiciliarios los que se generan en las industrias tales como: ropa, pilas, aparatos eléctricos y electrónicos, muebles y enseres escombros originados en las labores de construcción y reparación de hogares, limpieza de zonas verdes, vías públicas, playas y áreas recreativas (Oliva y Malonda, 2012).

### **2.3.3. Abonos orgánicos**

Es un fertilizante que se obtiene de restos vegetales, animales, humanos, son ricos en materia orgánica, energía y microorganismos, y se utiliza para incrementar la actividad microbiana del suelo agrícolas (Puente, 2010).

### **2.3.4. Biodegradación**

Proceso causado por la acción biológica, específicamente por acción enzimática, que conduce a un cambio significativo en la estructura del material, siendo los principales agentes involucrados hongos y bacterias (Condrea, 2016).

### **2.3.5. Compost**

Es un fertilizante obtenido del proceso de descomposición (actividad microbiana en presencia de oxígeno) y fermentación de varias sustancias orgánicas (producción de gases), (Estrada, 2010). Por su parte (Peña *et al.*, 2002) define como producto que resulta de una actividad biológica y compleja que se realiza en condiciones particulares, siendo generada por un conjunto de procesos dados por la actividad de microorganismos.

### **2.3.6. Microorganismos**

Los microorganismos son organismos microscópicos, los cuales están dotados de tejidos biológicos celulares o acelulares, pudiendo ser cenocíticos, coloniales o pluricelulares; los cuales tienen diferencias determinadas y que para su estudio se establece una metodología correspondiente a cada uno de ellos (Iañez, 1998).



### **2.3.7. Compostaje**

Proceso biológico aerobio, en el que las bacterias actúan sobre los residuos orgánicos (desechos de animales, restos de cosecha y residuos urbanos); obteniéndose como producto el compost, el cual es un abono de gran calidad y es usado en la fertilización del suelo (INFOAGRO, 2010).



## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Ubicación

#### 3.1.1. Localización

La investigación se desarrolló en la ciudad de Chota, la materia prima fue obtenida del mercado central de la misma ciudad.

**Distrito** : Chota

**Provincia** : Chota

**Departamento** : Cajamarca

#### 3.1.2. Clima

La ciudad de Chota está ubicada a 2388 msnm, presenta un clima generalmente templado con inviernos suaves y veranos calurosos; lluvioso de noviembre a abril. Siendo 17.8°C su temperatura promedio.

### 3.2. Población y muestra

#### a) Población

La población estuvo constituida por los residuos sólidos orgánicos producidos en el mercado mayorista de la ciudad de Chota.

#### b) Muestra

La muestra estuvo constituida por 960 kg de residuos sólidos orgánicos de frutas y verduras, el cual se determinó por muestreo no probabilístico por criterio del investigador en referencia al tamaño de la pila la cual tenía una capacidad de 96 kg.

### 3.3. Equipos, materiales e insumos

#### 3.3.1. Equipos

- pH – metro. Intervalo de medición de pH: 0.0 - 14.0, resolución y sensibilidad: 0.1 pH, temperatura de funcionamiento: 0 - 50°C [32-122F].
- Termómetro digital. Resolución de la temperatura 0 °C a +300°C.
- Balanza
- Cámara digital

### **3.3.2. Materiales**

- Cuaderno de apuntes
- Picota, palana.
- Recipientes de 4 litros
- Hojarasca de maíz
- Wincha, agua destilada.
- Plástico 150 cm de altura
- Guantes, regadera, clavos

### **3.3.3. Insumos**

- Residuos de frutas y verduras.
- Tierra
- Agua

## **3.4. Metodología de la investigación**

### **3.4.1. Tipo de investigación**

#### **a) Enfoque**

La investigación fue de enfoque cuantitativo dado que se midió los resultados y según Hernández y Mendoza (2018) se establece en base a datos numéricos.

#### **b) Tipo**

La investigación fue de tipo básica dado que según Naupas, *et al.* (2018) se origina nuevos conocimientos que serán de uso en investigaciones aplicativas.

#### **c) Alcance**

La investigación fue de alcance descriptivo. Según Hernández y Mendoza (2018) la investigación descriptiva permite describir las características de las variables y de acuerdo a Tamayo (2003) este tipo de estudios comprende el análisis, interpretación, descripción y registro, de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos.

### 3.4.2. Diseño de investigación

La investigación fue de diseño experimental – longitudinal, porque de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) la investigación de diseño experimental permite manipular las variables de estudio, además; Tam *et al.* (2008), afirman que en este método el investigador manipula los tratamientos de la variable logrando un mayor control y evidencia de causa – efecto. Por otra parte, la investigación longitudinal permite la recolección de datos en diferentes intervalos de tiempo (Hernández y Mendoza, 2018).

### 3.4.3. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables e indicadores.*

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
X Residuos orgánicos	Propiedades físicas de los residuos de frutas y verduras	- Peso. - Tamaño o de partícula	Observación	Registro de datos
	Relación entre materia prima y compost obtenido	Producción total	Observación	Registro de análisis
	pH		Observación	
	Y Caracterización Físico – Química del compost.	Temperatura	Rango de pH Temperatura en el compost	Observación

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
	Humedad relativa	Porcentaje de humedad	Observación	Registro de datos
	Tiempo de compostaje	Humedad, %Carbono, pH, C/N, % N, %P, %K	Control del proceso de compostaje	Registro de datos.

#### 3.4.4. Elaboración de la pila

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos, se estableció la realización de 16 pruebas piloto para la producción de composta en base a residuos de frutas y verduras provenientes del mercado mayorista de Chota.

#### 3.4.5. Fase de campo

##### 3.4.5.1. Recolección de residuos de frutas y verduras

Los restos de frutas y verduras se obtuvieron del mercado central de la ciudad de Chota, se recolectó durante una semana y se almacenó en el lugar donde se iba a instalar la compostera, se recogió un total de 1 080 kg de residuos para los cuatro tratamientos, los cuales fueron transportados en una unidad motorizada al lugar donde se realizó el proceso de compostaje del total de residuos obtenidos 120 kg fueron de impurezas y solo 960 kg de residuos se aprovecharon en el compostaje con esto se obtiene un mejor compost debido a que la materia prima seleccionada no presentó impurezas.

Los residuos recolectados fueron de frutas y verduras y entre ellos tenemos: restos de plátanos, manzanas, duraznos, papaya, berenjena, mango, uvas; restos de repollo, zanahorias, lechugas, pepinos, cascaras de beterraga, cascaras de arveja, respectivamente

### **3.4.5.2. Picado y homogenización de los residuos sólidos**

Haciendo uso de un machete se efectuó el corte de los restos de frutas y verduras que presentaban un tamaño mayor, con lo que pudo obtener residuos homogéneos de 3 a 5 cm. Lo indicado, se realizó con el fin de proporcionar una más rápida descomposición en el compost.

Dalzell (1991) citado por Del Pozo (2008), refiere que este proceso se encuentra relacionado con la dimensión de las partículas, donde un correcto picado permite obtener partículas entre 1 a 5 cm lo que a su vez permitirá una más elevada descomposición aeróbica, ya que existirá un mayor ambiente para los microorganismos.

### **3.4.5.3. Formación de la pila**

Los residuos de frutas y verduras, una vez triturados se depositaron en la compostera de 0.096 m<sup>3</sup> de capacidad, todo el conjunto se protegió con hojarasca de maíz, la misma que cumplió la función de conservar la temperatura y evitar la evaporación del agua dentro de las pilas; éstas fueron instaladas bajo techo a fin de evitar la humedad y las fuertes lluvias. Las pilas de los tratamientos estuvieron conformadas de la siguiente manera:

**Tratamiento T<sub>0</sub>:** En esta prueba se usó 80 kg de residuos de frutas, y 6 kg de restos de cosecha (hojarasca de maíz) colocándose dos capas (asiento y revestimiento) se siguió el mismo proceso en las tres repeticiones.

**Figura 2**

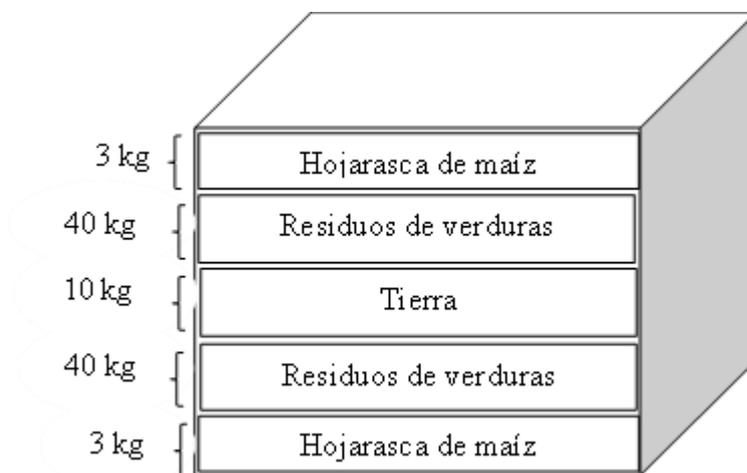
*Conformación de la pila de compost  $T_0$*



**Tratamiento  $T_1$ :** En esta prueba se usó 80 kg de residuos de verduras, y 6 kg de restos de cosecha (hojarasca de maíz) colocándose dos capas (asiento y revestimiento) se siguió el mismo proceso en las tres repeticiones.

**Figura 3**

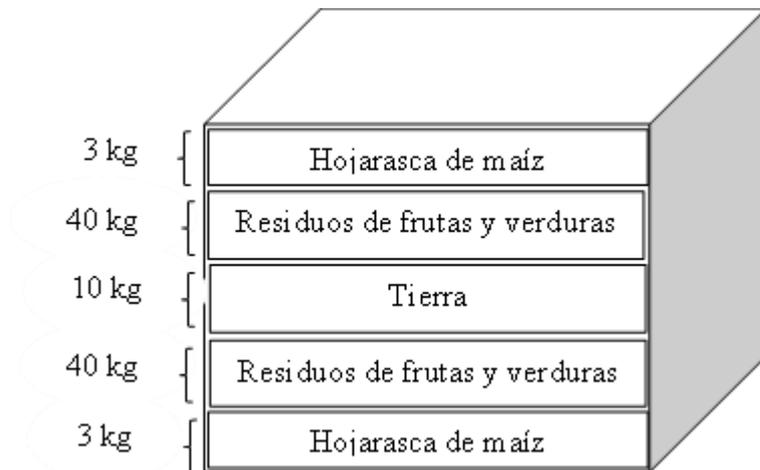
*Conformación de la pila de compost  $T_1$*



**Tratamiento  $T_2$ :** En esta prueba se usó 80 kg de residuos de verduras y frutas y 6 kg de restos de cosecha (hojarasca de maíz) colocándose dos capas (asiento y revestimiento) se siguió el mismo proceso en las tres repeticiones.

**Figura 4**

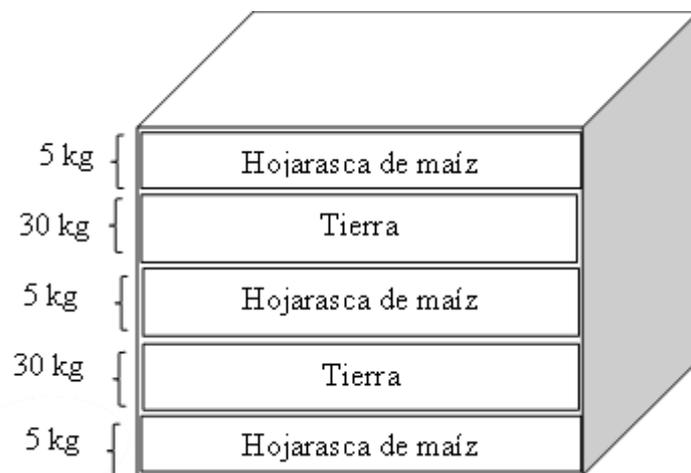
*Conformación de la pila de compost T<sub>2</sub>*



**Tratamiento T<sub>3</sub>:** En esta prueba se usó solo residuos de cosecha (hojarasca de maíz) y se colocó tres capas (asiento, medio y revestimiento).

**Figura 5**

*Conformación de la pila de compost T<sub>3</sub>*

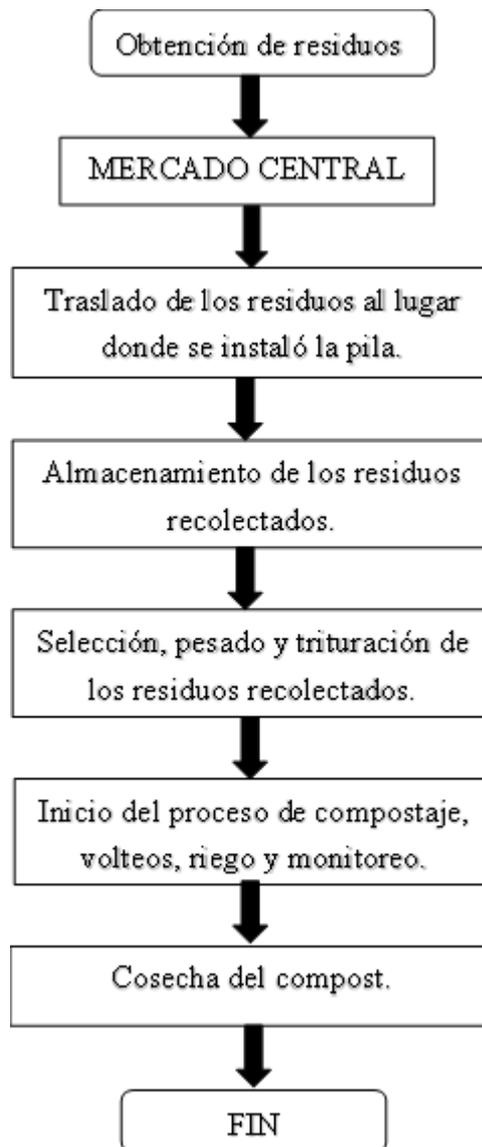


**3.4.5.4. Características de la pila de compostaje.**

- Forma de la pila de compost : rectangular
- Altura de la pila : 60 cm
- Ancho de la pila : 40 cm
- Largo de la pila : 40 cm
- Volumen de material : 96 000 cm<sup>3</sup> (96 kg).

**Figura 6**

*Flujograma del proceso de compostaje*



### **3.4.6. Fase de gabinete**

#### **3.3.6.1. Análisis en laboratorio**

Para llevar a cabo los ensayos se tomó 16 muestras de compost elaborado (producto final). Para luego ser enviado al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca. Al momento de tomar las muestras se realizó un volteo general con la finalidad de obtener datos más precisos de la calidad del compost. Las muestras se empacaron en su bolsa respectiva y se enviaron a su análisis respectivo.

#### **3.3.6.2. Evaluaciones durante el compostaje**

Durante el desarrollo del compostaje se ha analizado los parámetros de temperatura, pH, humedad, riego y volteo, como se detalla a continuación:

##### **a. Temperatura**

La medición de la temperatura se inició al segundo día de la instalación de la pila de compostaje. Continuando su medición de manera interdiaria hasta concluir el proceso de compostaje. El registro se realizó en el horario de 2 a 3 pm con el propósito de poder evitar alteraciones por factores meteorológicos como la radiación solar.

Se utilizó un termómetro digital que registra hasta 300 °C. Esta herramienta se introdujo en el centro de la pila del compost durante un tiempo de 01 minuto luego del cual se registró la medida.

##### **b. pH.**

La evaluación de pH se ejecutó durante todo el desarrollo del procedimiento de compost, se estableció una muestra del centro de la pila, para posteriormente adicionar agua destilada homogenizando la muestra en una relación de 5:50 (p/v), consecutivamente se realizó el análisis del pH con el peachimetro, las tomas de pH se realizaron los simultáneamente a la media de la temperatura.

### **c. Humedad**

Para realizar el control de la humedad se empleó la técnica del puño cerrado. Sztern y Pravia (1999), establece que se debe tomar una muestra con la mano y realiza presión, si se observa agua, se determina que la humedad del compost es de un 40%. Si el agua es intermitente la humedad es del 30%. Por otro lado, si no se muestra rastros de goteo y al abrirse la mano el material está intacto, la humedad será de 20 o 30%. Finalmente, si el material se descomprime al abrir la mano, la humedad es inferior al 20%.

### **d. Riego**

El riego se realizó para mantener la humedad adecuada (30 a 40% aproximadamente) esta actividad se lleva a cabo de forma continua durante todo el proceso de compostaje.

### **e. Volteo**

Los volteos se realizaron de forma manual, se realizó 1 volteo cada ocho días de manera consecutiva hasta la maduración del compost; con lo que se evitó la generación de olores desagradables y humedad excesiva, esta actividad permitió obtener una correcta ventilación de la materia.

Roben (2002) citado por Cabrera y Rossi (2016) la biodegradación anaeróbica no es un aspecto deseado en una planta de compost, porque produce un olor fuerte y dificulta el proceso de biodegradación aeróbica. En ese aspecto, los desechos deben mezclarse con frecuencia y transferirse con regularidad para evitar el deterioro anaeróbico.

#### **f. Cosecha**

La cosecha se realizó al finalizar los tres meses de evaluación, donde se observó que el compost presentó un color marrón.

#### **3.4.7. Técnicas de recolección de datos**

Sierra y Bravo (1984) citado por Morán (2007) refieren que la observación es el reconocimiento y el estudio de eventos socialmente significativos por parte de investigadores mediante los sentidos, con o sin medios técnicos, con o sin ocurrencia natural, todos los eventos suscitados en desarrollo del compostaje se anotaron en una libreta de campo para luego tabularlos en gráficos respectivos.

#### **3.4.8. Instrumentos para la recolección de datos**

Los instrumentos que se usaron en el estudio fueron: ficha de recolección de datos de campo [Anexo 2]. Por ello, Piedad (2012) establece que son estas herramientas las que permiten al investigador reconocer hechos que se pueden explicar. En este sentido, todas estas herramientas permiten experimentar sistemáticamente y luego analizar los resultados.

### **3.5. Análisis estadístico**

La información se procesó y se analizó mediante cuadros, gráficos estadísticos utilizando Microsoft Excel, esto nos llevó a realizar las respectivas conclusiones en función de los objetivos propuestos en el presente estudio. Asimismo, para efectuar comparaciones entre los tratamientos se efectuó la prueba estadística de Tukey, complementando con la información obtenida durante el desarrollo del compostaje y los resultados de muestras enviadas al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-Cajamarca.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización del compost elaborado a partir de residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota

4.1.1. Proceso de degradación de los residuos orgánicos, considerando parámetros de temperatura, pH y humedad

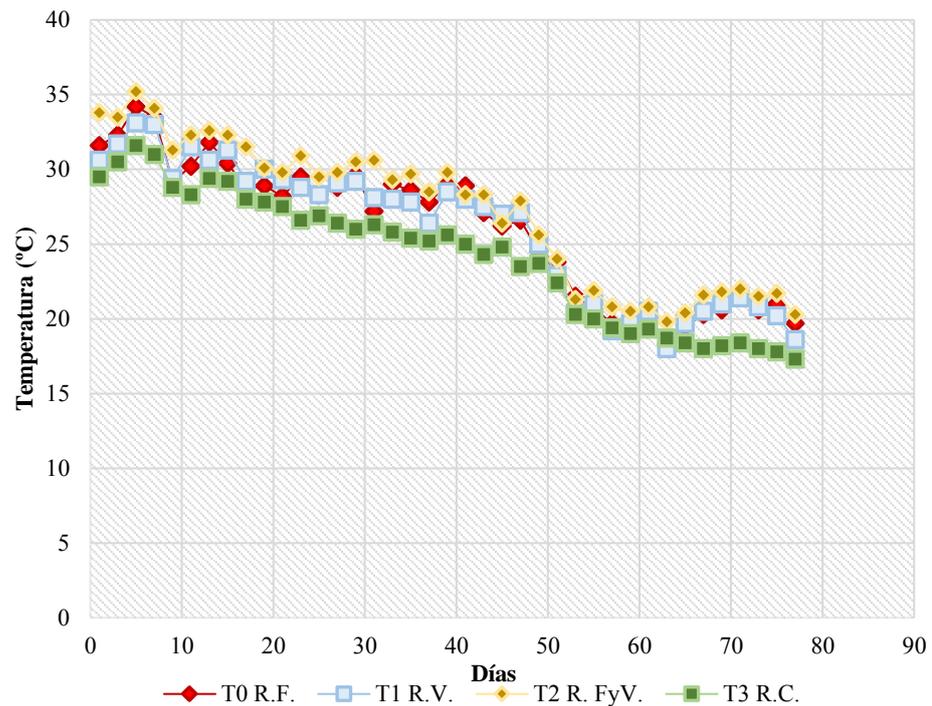
Los parámetros evaluados durante el compostaje y los análisis de las muestras enviadas al laboratorio de suelos del INIA Cajamarca, se detallan a continuación:

a) Temperatura

La temperatura se evaluó en un período de 3 meses (90 días). El proceso de evaluación se realizó de manera interdiaria haciendo uso del termómetro. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 7

Comportamiento del parámetro de temperatura



Fuente. Ficha de campo

Los resultados muestran que la temperatura tiene un comportamiento inverso al número de días de compostaje (fig. 08). En los 4 tratamientos se registró una temperatura máxima el quinto día siendo 34.2 °C, 33.1 °C, 35.2 °C y 31.6 °C; para los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>,

respectivamente. En lo referente al descenso de la temperatura esta se evidenció, a partir del día 55 con 20 °C para el T<sub>3</sub>, en el día 61 en 20.5 °C para el T<sub>2</sub> y para el T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> a partir del día 63 con 18.3 °C y 18 °C respectivamente.

Los resultados concuerdan con Cajahuanca (2016) quien determinó en su investigación que las temperaturas más elevadas en el compostaje se registraron para T<sub>1</sub> en el día 32 con 27.8 °C, para el T<sub>2</sub> con 38.64 °C en el día 23, para el T<sub>3</sub> en el día 20 con 58.84 °C y para el T<sub>4</sub> en el día 24 con 69.5 °C. De igual manera, Orden (2018) identificó que la temperatura alcanzó valores inferiores a los 30 °C a partir de los 90 días y luego se observó una estabilización de la temperatura demostrando la maduración del compost.

La temperatura es un hito del inicio del proceso de descomposición del material orgánico, el aumento de la temperatura en la pila tiene dos importantes efectos: aumento de la desintegración, eliminación y reducción de población de los microorganismos patogénicos existentes, así como la eliminación de larvas y moscas presentes en los materiales usados (Rojas y Zeledón, 2007).

La elevada temperatura indica que el compost está bien ventilado, de hecho, sin oxígeno, el metabolismo no podrá alcanzar estas temperaturas. El incremento de temperatura es generado por bacterias termófilas, especialmente actinomicetos, que producen una variedad de antibióticos, que pueden utilizarse para acondicionar el nicho de hongos humidificadores resistentes a estos antibióticos (Rojas y Zeledón, 2007).

Cabe precisar respecto a los resultados encontrados, que la temperatura no alcanzó los niveles superiores a 50 gr. debido a factores climatológicos y al tamaño de la pila, el descenso de la temperatura se dio por la disminución del volumen de las capas de residuos que formaban la pila, dando a entender que se ha llevado un buen proceso de descomposición de los residuos orgánicos. Ello concuerda con Rojas y Zeledón (2007) quien señala que la temperatura en la pila variará en función de las condiciones ambientales y de la pila.

Restrepo y Rodríguez (2002), afirman que seguido de la pasteurización la temperatura comienza a descender y los trituradores [insectos, crustáceos, lombrices] triturarán la materia orgánica. Luego los hongos que están protegidos contra la rápida proliferación bacteriana por antibióticos, prolifera y produce humus a partir de la celulosa y la lignina. (p. 84), el descenso de la temperatura en el trabajo realizado se refleja durante la última semana de evaluación donde el rango de temperatura se mantuvo entre 20.4 °C y 21.7 °C, con el descenso de la misma la actividad microbiana disminuye y el compost entra en un proceso de maduración.

Cuando se produce un agotamiento de los nutrientes, comienza la disminución de la temperatura dentro de la pila hasta llegar a mantenerse cercano a temperatura ambiente, esto da a entender que el compost se encuentra en un proceso de maduración (Trivierge y Seito, 2005).

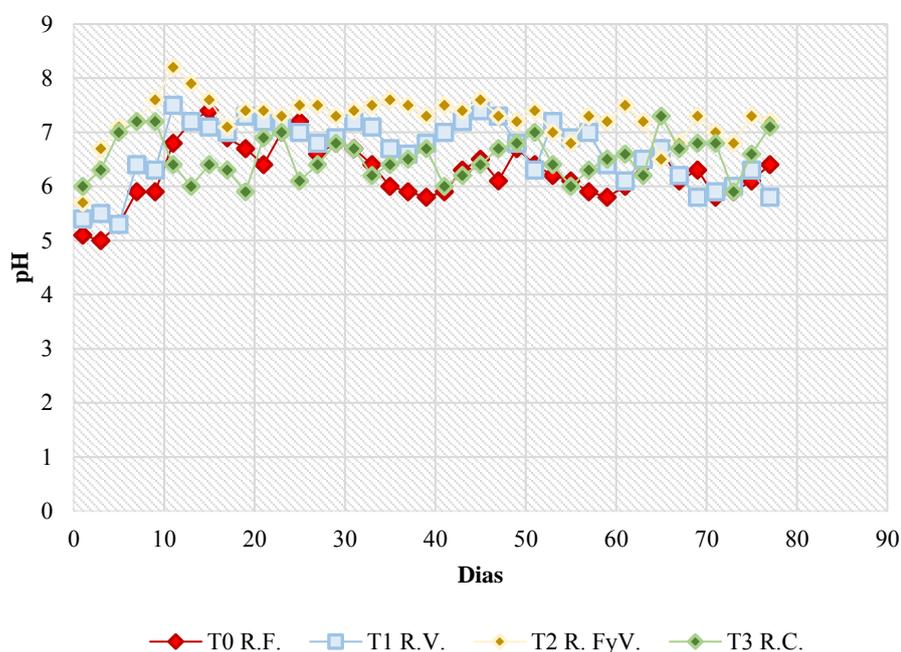
Los distintos grupos de macroorganismos necesitan de una temperatura óptima para realizar trabajo, entre ellos tenemos: Criófilos de 5 a 15 °C; Mesófilos de 16 a 45 °C y los Termófilos de 46 a 70 °C. En este estudio la temperatura fue favorable para el desarrollo de microorganismos mesófilos, los cuales descomponen la materia orgánica, transformándola en materia y cantidad energía (Restrepo y Rodríguez, 2002).

#### **b) pH**

El pH se evaluó en un período de tres meses (90 días). El proceso de medición se efectuó con peachimetro, siendo los resultados los que se muestran a continuación:

**Figura 8**

*Comportamiento del parámetro de pH durante todo el proceso de compostaje*



Fuente. Ficha de campo.

Los resultados obtenidos de la medición de pH en el compostaje (figura 09), indican que en las primeras semanas el pH se mantuvo ácido, siendo los valores para el T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> de 5 a 5.9 y para T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> de 5.7 a 6.7 respectivamente. Transcurrido las primeras semanas el pH se mantuvo en un estado neutro para los cuatro tratamientos con un rango de 6.9 a 7.3.

Lo encontrado concuerda con Cabrera y Rossi (2016) quienes determinaron en su estudio de producción de compost propuesto a partir de restos vegetales que el pH se encontró en un rango neutro de 7 a 7.5; lo que mostró una buena aireación y una favorable descomposición de la materia orgánica.

Yanasupo (2018) refiere al respecto que el valor óptimo del pH en el proceso de compostaje se encuentra entre 6.5 y 8, asimismo si el grado de descomposición no es adecuado el pH puede bajar a niveles de 4 a 5 lo que afectaría al proceso de degradación de la materia.

Labrador (2001), afirma que los hongos toleran un rango de pH de ligeramente ácido a neutro de 5.0 a 8.0; ya que el producto de descomposición primario es un ácido orgánico. Después de unos días, el pH se vuelve ligeramente alcalino porque las bacterias liberan aminoácidos durante la transformación de proteínas, las bacterias prefieren un medio casi neutro con valores de 6,0 - 7,5; siendo las primeras semanas del pH inicial fundamentales para el desarrollo de hongos, debido a que la materia orgánica por actividad microbiana ingresa en un proceso de descomposición.

El pH es un determinante importante que condiciona la actividad biológica encargada de la degradación de la materia orgánica, de esta actividad dependen las poblaciones microbianas, por lo general las bacterias se desarrollan en un pH cercano a la neutralidad y los hongos requieren un pH ácido de 6.0 a 7.5, los valores óptimos de pH en un proceso de composta se consideran en un rango de 5.5 a 8.0 debido a que es donde se produce una buena actividad de los microorganismos Labrador (2001). En nuestro estudio el pH se ha mantenido en rangos óptimos [7.1 a 8.0] de acuerdo con el autor concluimos que ha existido una buena descomposición del material orgánico produciéndose una buena actividad de los microorganismos.

Moreno y Moral (2008), citados por Campos, Brenes y Jiménez (2016) quienes afirman que el desarrollo del pH durante el compostaje tiene lugar en tres etapas. En la primera etapa se observa una disminución del pH debido a la actividad microbiana en los materiales orgánicos más frágiles, lo que induce la liberación de ácidos orgánicos. En la segunda etapa se produce una alcalinización gradual del medio, debido a la pérdida de ácidos orgánicos y la liberación de amoníaco por la descomposición de proteínas, y en la tercera etapa, el pH, tiende a ser neutro debido a la formación de compuestos orgánicos del medio. Si el pH es bajo durante el proceso de compostaje, se inhibe la descomposición orgánica, pero si el pH permanece por encima de 7,5 o cerca de este valor, se puede decir que la descomposición es satisfactoria. De acuerdo a lo afirmado por los autores en nuestro estudio el pH se ha mantenido en un rango neutral [7.1- 7.8] con

lo cual podemos afirmar que existió una buena descomposición de la materia orgánica.

**c) Humedad**

La humedad se evaluó en un período de tres meses (90 días). El proceso de medición se efectuó con la técnica del puño cerrado, siendo los resultados los que se muestran a continuación:

**Tabla 4**

*Humedad promedio empleando la técnica del puño cerrado*

Tratamientos	% de humedad
T <sub>0</sub>	35%
T <sub>1</sub>	29%
T <sub>2</sub>	38%
T <sub>3</sub>	30%

*Fuente.* Ficha de campo.

En la tabla 4 se presenta el porcentaje de humedad de los cuatro tratamientos siendo para el T<sub>0</sub> un 35%, el T<sub>1</sub> con 29%, el T<sub>2</sub> con 38% y el T<sub>3</sub> con 30%, los mayores valores se obtuvieron en los tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub>. Según la Norma Chilena considera que una humedad óptima debe estar entre 30 - 45%. En este estudio los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> se encuentran dentro de la humedad óptima descrito en la norma, a excepción del T<sub>1</sub> que se encuentra por debajo del valor mínimo establecido.

Los resultados encontrados se relacionan con Sztern y Pravia (1999) quienes establecen que al tomar una muestra con la mano y realiza presión, si observamos agua, se determina que la humedad del compost es de un 40%. Si el agua es intermitente la humedad es del 30%. Por otro lado, si no se muestra rastros de goteo y al abrirse la mano el material está intacto, la humedad será de 20 o 30%. Finalmente, si el material se descomprime al abrir la mano, la humedad es inferior al 20%.

Los resultados obtenidos y conforme a Enrique (2013) se infiere que el porcentaje de humedad obtenido en nuestro estudio se encuentra por debajo del valor que establece, además menciona que es imprescindible que la humedad, logre niveles óptimos del 40-60 % ya que permite un mayor desarrollo de los mecanismos encargados de realizar la descomposición de



los materiales orgánicos, sin embargo, si la cantidad de agua es mayor, ésta ocupara todos los poros y por ende el proceso se vuelve anaeróbico generando de esta forma que la materia orgánica se pudra. Sucede lo contrario cuando el agua es excesivamente baja ya que en este caso la actividad microbiana disminuye y el proceso se torna más lento.

Álvarez (2010) citado por Robles (2015), considera a la humedad como uno de los aspectos importantes para lograr un óptimo compostaje donde la presencia de agua es necesaria para las necesidades fisiológicas de los microorganismos involucrados en el proceso.

#### 4.1.2. Propiedades físico – químicas del producto final para su uso como abono orgánico

##### a) Propiedades físico – químicas del compost final

Las propiedades físico – químicas identificadas en el compostaje determinadas por resultados del laboratorio se muestran a continuación:

**Tabla 5**

*Contenido de microelementos del compost obtenido*

N ° de muestras	pH	M.O.	P	K	C	N
		%	%	%	%	%
T <sub>0</sub>	5.9	11.08	0.0020	0.034	18.28	0.94
T <sub>1</sub>	6.9	12.83	0.0018	0.033	19.57	1.002
T <sub>2</sub>	7.2	13.25	0.0019	0.034	19.65	1.064
T <sub>3</sub>	7	10.03	0.0016	0.033	18.84	0.81

Fuente. Resultados del análisis de compost en el laboratorio de INIA Cajamarca (2021).

Se observa en la tabla 5 que el contenido de macroelementos del compost fue: El pH en el T<sub>0</sub> fue ligeramente ácido con valor de 5.9 y en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> este fue neutro (6.9 a 7.2), obteniendo un mayor pH en la muestra T<sub>2</sub> conformada por residuos de frutas y verduras (7.2). En lo referente a la materia orgánica en los cuatro tratamientos se evidenció un porcentaje de +10% a 13.25%, siendo la muestra de residuos de frutas y verduras el que presenta mayor porcentaje de materia orgánica [13.25%]; en lo referente al fósforo en los cuatro tratamientos evidenció que por cada kilogramo [kg] de compostaje existe entre 0.0016 a 0.0020% de fósforo, siendo la muestra de residuos de frutas la que presenta un 0.0020% por cada kg de compost; el porcentaje de potasio obtenido en los cuatro tratamientos vario de 0.033 a 0.034%, siendo los tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub> en los cuales se obtuvo un 0.034% de potasio por cada kg de compost; asimismo el porcentaje de Carbono en los cuatro tratamientos fue de 18.84% a 19.65% siendo el tratamiento de residuos de frutas y verduras el de mayor porcentaje y finalmente con respecto al Nitrógeno en los cuatro tratamientos se mostró un porcentaje de 0.81% a 1.064%, en la que la muestra de residuos de frutas y verduras determinó el mayor porcentaje.

El compost que se considera un fertilizante orgánico, es importante por la disponibilidad de nutrientes para la absorción de las plantas, el tipo de fertilizante orgánico varía mucho, dependiendo de los materiales utilizados, cantidad de los mismos y la madurez del producto final. (Meléndez y Soto, 2003).

El parámetro de materia orgánica (M.O), es uno de los más significativos, proporciona ventajas físicas, químicas y biológicas al suelo, en este estudio el porcentaje más alto de materia orgánica se adquirió en el tratamiento T<sub>2</sub> siendo 13.25%, seguido del tratamiento T<sub>1</sub> con un valor de 12.83% por lo que se puede afirmar que el compost de estos dos tratamientos tiene mayor cantidad de microelementos y al ser usados como abonos orgánicos mejorarían más eficientemente los suelos. Ariza (2012), refiere que el fertilizante orgánico como el abono presenta características adecuadas que pueden incidir en la fertilidad del suelo. Del total de residuos de frutas y verduras compostado (80kg) se ha obtenido 15 kg de compost esta cantidad puede variar dependiendo de la calidad y cantidad de materia prima a usarse.

En los cuatro tratamientos el porcentaje de Nitrógeno obtenido si se encuentra dentro del rango establecido por la OMS, la cual considera que un buen compost debe tener un valor que va de 0.4 a 3.5%, en nuestro estudio los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> son los que presentan valores más significativos con 1.002% y 1.064% respectivamente. En lo referente a los parámetros de Fosforo, Potasio y Carbono la OMS considera estos valores que van desde 0,3 a 3,5%; 0,5 a 1,8% y de 8 a 50% respectivamente, en nuestra investigación los parámetros de Fosforo y Potasio se encuentran por debajo de los límites establecidos en dicha norma, estos valores bajos posiblemente se debieron a la calidad y cantidad de materia prima usada; el porcentaje de Carbono en los cuatro tratamientos si cumplen con los estándares establecidos por la OMS.

La cantidad de Nitrógeno puede ser un factor que determine las mayores o menores poblaciones microbianas que provocan la desintegración de los desechos. (García y Monge, 1999). También señala que la abundancia de Nitrógeno producirá un olor desagradable, lo que



indica que el proceso de descomposición no es adecuado; por su parte Yanasupo (2018) afirma que los valores mínimos de Nitrógeno total se establecieron como parámetros de control para fertilizantes orgánicos con un valor de 1.0%, por lo que en nuestro estudio los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> si cumplen a lo indicado en dicho estudio.

El porcentaje de materia orgánica más relevante obtenido fue de 13.25 % en el tratamiento T<sub>2</sub> comparando este valor con el valor estándar de materia orgánica establecido por la OMS se afirma que se encuentra por debajo de los rangos establecidos por dicha organización, esto se debió al poco material orgánico usado al momento de compostar y al tiempo de maduración del compost al respecto Yanasupo (2018) indica que la materia orgánica tendía a disminuir a medida que pasaba por la etapa de maduración hasta la cosecha.

**b) Relación Carbono/Nitrógeno**

La relación Carbono/Nitrógeno se determinó sobre la base de los resultados obtenidos de la evaluación de laboratorio. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 6**

*Relación Carbono/Nitrógeno*

Tratamientos	C	N	C/N
	%	%	%
T <sub>0</sub>	18.28	0.94	19.45
T <sub>1</sub>	19.57	1.002	19.53
T <sub>2</sub>	19.65	1.064	18.47
T <sub>3</sub>	18.84	0.81	23.26

*Fuente.* Resultados del análisis de compost en el laboratorio de INIA Cajamarca (2020).

La tabla 6 muestra la relación Carbono/Nitrógeno de los cuatro tratamientos, donde el porcentaje mayor de esta relación se consiguió en el tratamiento T<sub>3</sub> con 23.26% y el menor porcentaje se obtuvo en el tratamiento T<sub>0</sub> con 19.45%; los resultados del tratamiento T<sub>3</sub> concuerdan con Ludeña (2018), quien indicó que el rango óptimo de C/N para compost maduro varía de 20 a 35%; por su parte la Norma Chilena 2880, considera que esta relación debe estar entre 10 a 25% por lo que en nuestro estudio todos los métodos cumplen con los estándares descritos anteriormente en la norma.

Los valores de Carbono obtenidos en los tratamientos fueron: T<sub>0</sub> con 18.28%, T<sub>1</sub> con 19.57% T<sub>2</sub> con 19.65% y T<sub>3</sub> con 18.84%, los resultados logrados se enmarcan dentro de los valores estándares establecido por la OMS quien considera que este parámetro debe estar entre un 8 a 50%. Los resultados para el parámetro del Nitrógeno en los tratamientos fueron: T<sub>0</sub> con 0.94%, T<sub>1</sub> con 1.002%, T<sub>2</sub> con 1.064% y T<sub>3</sub> con 0.81%, estos resultados superan considerablemente al valor mínimo establecido (0.4% de Nitrógeno) por la OMS. Siendo los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> los que poseen los mayores valores de Carbono y Nitrógeno, los datos mostrados en la Tabla 06 afirmamos que el proceso de compostaje realizado tuvo una adecuada



descomposición y una adecuada combinación de la materia prima utilizada para compostar.

La relación C/N es fundamental durante todo el proceso de desintegración con ello se garantiza la obtención de un buen compost, esta relación varía mucho dependiendo de los materiales usados en el compostaje. La Norma Chilena considera un rango de 10 a 25 % para un compost clase A y de 10 a 40% para un compost clase B. Los resultados conseguidos para la relación C/N en los cuatro métodos fueron: T<sub>0</sub> con 19.45%, T<sub>1</sub> con 19.53%, T<sub>2</sub> con 18.47% y el T<sub>3</sub> con 23.26%; siendo este último el que posee el mayor valor de relación Carbono/ Nitrógeno. De acuerdo a los resultados y según la Norma Chilena el compost final obtenido pertenece a un compost de clase A.

c) **Análisis de los tratamientos considerando parámetros de la investigación**

**Tabla 7**

*Prueba de Tukey para el pH de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T <sub>0</sub>	4	5.90	
T <sub>3</sub>	4		6.88
T <sub>1</sub>	4		6.93
T <sub>2</sub>	4		7.20

En la tabla 7 se evidencia que con un nivel de significancia de 0.05 y según la prueba de Tukey el pH promedio del tratamiento 0 es menor al de los otros tratamientos.

**Tabla 8**

*Prueba de Tukey para Materia Orgánica de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T <sub>3</sub>	4	10.03			
T <sub>0</sub>	4		11.08		
T <sub>1</sub>	4			12.83	
T <sub>2</sub>	4				13.25

En la tabla 8 se visualiza con un nivel de significancia de 0.05 y según la prueba de Tukey que la materia orgánica en promedio es superior en el tratamiento 2 que, en los demás tratamientos, asimismo el tratamiento 0 supera al tratamiento 3.

**Tabla 9**

*Prueba de Tukey para Fósforo de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T <sub>3</sub>	4	16.77		
T <sub>0</sub>	4		18.04	
T <sub>1</sub>	4			19.45
T <sub>2</sub>	4			20.02

En la tabla 9 se observa con relación a los resultados muestran que el Fosforo en promedio es superior en el tratamiento 2 y 1 que, en los demás tratamientos, sin embargo, el tratamiento 0 supera al tratamiento 3.

**Tabla 10**

*Prueba de Tukey para Potasio de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T <sub>3</sub>	4	330.00	
T <sub>0</sub>	4	331.75	
T <sub>1</sub>	4		338.00
T <sub>2</sub>	4		339.50

En la tabla 10 se visualiza según la prueba de Tukey que con un nivel de significancia de 0.05 que el Potasio promedio del tratamiento 2 y 1 es mayor al tratamiento 0 y al tratamiento 3.

**Tabla 11**

*Prueba de Tukey para Carbono de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T <sub>0</sub>	4	18.28	
T <sub>3</sub>	4	18.84	
T <sub>1</sub>	4		19.57
T <sub>2</sub>	4		19.65

En la tabla 11 se observa que según la prueba de Tukey y con un nivel de significancia de 0.05 que el Carbono promedio del tratamiento 2 y 1 es mayor al tratamiento 3 y al tratamiento 0.

**Tabla 12**

*Prueba de Tukey para Nitrógeno de los 4 tratamientos aplicados*

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T <sub>3</sub>	4	0.81	
T <sub>0</sub>	4	0.94	0.94
T <sub>1</sub>	4		1.00
T <sub>2</sub>	4		1.06

En la tabla 12 de acuerdo a la prueba de Tukey y con un nivel de significancia de 0.05 que el Nitrógeno promedio del tratamiento 3 es menor al del tratamiento 1 y 2.

### 4.1.3. Comparación de la calidad del compost final con la norma chilena

**Tabla 13**

*Comparación del compost obtenido con la norma chilena*

Indicador	Norma Chilena		Estudio			
	clase a	clase b	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
pH	5 - 7.5	7.5-8.5	5.9	6.9	7.2	7
Materia orgánica	> 45%	> 25 %	11.08	12.83	13.25	10.03
Relación C/N	10- 25	10 – 40	19.45	19.53	18.47	23.26
Nitrógeno	>0.8%	>0.8%	0.94	1.002	1.064	0.81
Fósforo	< 0.1%	< 0.1%	0.018	0.019	0.02	0.016

En la tabla 13 se muestra la comparación de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los cuatro tratamientos en relación con la Norma Chilena (NCH 2880), dichos resultados fueron obtenidos de las evaluaciones realizadas a las muestras enviadas al laboratorio de suelos INIA Cajamarca.

De acuerdo a sus características, los tratamientos podrían ser considerados como un compost de categoría A. De los cuatro tratamientos el T<sub>2</sub> - residuos de frutas y verduras es el tratamiento que tiene los valores más óptimos para un compost de clase A, el cual tiene los siguientes indicadores: pH (7.2), relación C/N (18.47), Nitrógeno (1.064) y fósforo (0.02), sin embargo, el indicador de materia orgánica está por debajo del valor mínimo establecidos en la Norma Chilena y en la OMS.

Consecuentemente en relación a la materia orgánica la Norma Chilena indica que el contenido de materia orgánica debe estar por encima del 20% porque microorganismos como hongos y bacterias pueden, en condiciones controladas proporcionar cantidades importantes de materia orgánica para mejorar la productividad del suelo (Núñez, 1992).

Los resultados identificados concuerdan con el estudio de Ludeña (2019) quien determinó en sus cuatro tratamientos que los parámetros de pH, Nitrógeno, relación C/N, materia orgánica y fósforo cumplen con los indicadores de la Norma Chilena. Además, durante el compostaje la materia



orgánica tiende a disminuir debido a la mineralización y conduce a la pérdida de Carbono en forma de dióxido de carbónico; esta pérdida puede representar a representar el 20% del volumen de compost.

Por el contrario, el estudio de Yanasupo (2018) determinó que el parámetro de pH supera el valor máximo establecido en la Norma Chilena, debido a que este se encuentra en un nivel de 8.9 a 9.14 formando un compost inmaduro.

Soriano (2016) refiere por su parte, que el compost maduro presenta estabilidad de propiedades químicas como pH, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, además tiene un bajo contenido de ácido fúlvico y una relación C/N menor a 20.

Finalmente, la investigación muestra que los cuatro tratamientos permiten obtener un buen compost apto para ser usado como abono orgánico; los tratamientos T<sub>1</sub> (residuos de frutas) y T<sub>2</sub> (residuos de frutas y verduras) los que presentan las mejores características físicas, químicas y biológicas. En los demás tratamientos para obtener mejores resultados es necesario trabajar utilizando mayor cantidad de materia prima.



---

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y resultados obtenidos en la investigación “Caracterización de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota” se concluye que:

- Durante los 90 días de evaluación se determinó que la temperatura máxima fue de 34.2 °C para el T<sub>0</sub>, posteriormente, durante el proceso de maduración iniciado a partir del día 60 los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> mostraron una temperatura de 18 y 20 °C; el pH se mantuvo en un rango de +5 a ±7.5 y la humedad se mantuvo óptima.
- La calidad del compost de los cuatro tratamientos con relación a la Norma Chilena 2880 muestra un compost de clase A, cumpliendo los parámetros de pH, Nitrógeno, fósforo, potasio y la relación del C/N, sin embargo, la materia orgánica se encontró por debajo del valor mínimo establecido en la norma.
- Las propiedades físico – químicas obtenidas del producto final en los cuatro tratamientos fue: pH neutro [+5.9 a ±7.2], materia orgánica [+10% a ±13.25%], potasio [+0.0016 a ±0.0020%], fósforo [ +0.033 a ±0.0340 %], Carbono [+18.28 % a ±19.65%] y Nitrógeno [+0.81% a ±1.064%], siendo de acuerdo a la prueba de Tukey los tratamientos con características más eficientes los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.



## **5.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones de la investigación “Caracterización del compost de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota”, se recomienda:

- La Municipalidad Provincial de Chota a través del área medioambiente debería elaborar un programa de concientización sobre el uso y aplicación de nuestros residuos orgánicos que generamos en nuestro hogar, con el fin de cuidar el planeta.
- Los profesionales que efectúen estudios similares se les recomienda realizar un análisis de conductividad eléctrica y de fitotoxicidad detallada a fin de obtener datos más específicos.
- Los técnicos y estudiantes al momento de compostar residuos orgánicos deben considerar que el parámetro de mayor control es la humedad debido a que si la humedad es baja el proceso se vuelve lento ya que las bacterias no tienen las condiciones adecuadas para proliferar.



**CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Ariza, J. (2012). *Abonos orgánicos. Propiedades de los abonos orgánicos*. Slideshare.  
<https://es.slideshare.net/joseariza1001/abonos-organicos-13732297>
- Arrigoni, J. (2016). *Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio Institucional UNC.  
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4634/Arrigoni%2C%20J.P.%20Optimizaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20compostaje%20de%20peque%C3%B1a%20escala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Beltran, J. y Pineda, L. (2011). *Proyecto piloto para la reutilización de residuos orgánicos en el GI School. Salento – Colombia*. Wikispaces.  
<https://proyectodegradogi.wikispaces.com/file/view/Proyecto+piloto+para+la+re+utilizacion+de+residuos+organicos.pdf>
- Campos, R. Brenes, L. y Jiménez, M. (2016). Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Tecnología en Marcha*, 29(8), 25-32.  
[https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/2982?articlesBySameAuthorPage=3](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2982?articlesBySameAuthorPage=3)
- Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.  
[http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS\\_SARA\\_CA\\_JAHUANCA\\_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CA_JAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cervantes, M. (2009). *Abonos Orgánicos*. InfoAgro  
[http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- Condrea, G. (2016). *Definición de la metodología del test de biodegradabilidad bajo condiciones aerobias*. Escuela Politécnica Superior de Orihuela.  
<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3031/1/TFM%20Condrea%20Rineanu%20C%20Gina.pdf>



- Del Pozo, A. (2008). *Evaluación del proceso de compostaje de estiércol de vacuno empleando buenas prácticas de manejo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional La Molina.
- Estrada E. (2010). *Manual elaboración de abonos orgánicos sólidos, tipo compost* (1° ed.). ICTA -CIAL.  
<http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>
- Enrique, E. (2013). *Producción de compost a base de lechuguín (Eichorniacassipes) utilizado en tratamiento de aguas residuales en Lafarge cementos S.A. y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UNT.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/03%20AGP%20161%20TESIS.pdf>
- Ethnobotanik.org (2006). *Información sobre compost y compostero*. Ethnobotanik.  
<https://www.ethno-botanik.org/es/informacion-sobre-compost-y-compostero/>
- Exportación de Abonos Orgánicos (2012). *Uso, ventajas y desventajas de los abonos orgánicos*. Blogger. <http://abono-organico-carchi.blogspot.com/2012/07/uso-ventajas-y-desventajas-de-los.html>
- Gallardo, K. (2013). *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1222/1/gallardo\\_mk.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1222/1/gallardo_mk.pdf)
- Gasán, C. (2002). *Fabricación y proceso de compostaje*. Organización Gasan, CB.  
[www.organicosgasan.com/compostaje.html](http://www.organicosgasan.com/compostaje.html)
- García, G. y Monge, N. (1999). *Agricultura orgánica* (1° ed.). Universidad Nacional a Distancia.
- Grupo de Acción para el Medio Ambiente [Gramá] (2005). *Manual del Buen Compostador*.  
<https://www.asociaciongrama.org/documentacion/manuales/Manual%20del%20Buen%20Compostador%20GRAMA.pdf>
- Iáñez, E. (1998). *Conceptos e historia de la microbiología*. Hipertextos del Área de la Biología. [http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/01\\_micro.htm](http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/01_micro.htm)



- Info-Agro (2010). *Abonos orgánicos y compostaje. Parte 1 y 2*. Info-Agro. <https://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- Labrador, J. (2001). *La materia orgánica en los agro sistemas* (2° ed.). Hojas Divulgadoras. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_03.pdf)
- Ludeña, M. (2019). *Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2784>
- Meléndez, G y Soto, G. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>
- Ministerio del Ambiente [MINAM] (2016). Resolución Ministerial Nro. 191-2016-MINAM. *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. MINAM. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-191-2016-MINAM.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2010). *Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos* (1° ed.). Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. <https://www.kioscoverde.bo/wp-content/uploads/2016/11/Gu%C3%ADa-para-el-Aprovechamiento-de-Residuos-S%C3%B3lidos-Org%C3%A1nicos.pdf>
- Ministerio de Salud [MINSa] (2009). *Informe Nro. 839-2009/DSB/DIGESA*. Dirección General de Salud Ambiental. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes/DepositoOTF/2355-2009.pdf>
- Ministerio de Justicia (2016). *Decreto legislativo Nro. 1278 - Decreto Legislativo que Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- Morán, J. (2007). *La observación en contribuciones a la economía*. Contribuciones a la Economía. <http://www.eumed.net/ce/2007b/jlm.htm>



- Norma Chilena 2880 [NCh2880]. (2005). *Compost - Clasificación y requisitos. Decreto Supremo N° 89. 2005. Servicio Agrícola Ganadero [SAG]*. Ministerio de Agricultura. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=235720>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J. y Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y redacción de la tesis* (5° ed.). Ediciones de la U.
- Núñez, A. (1992) *Fertilización química y orgánica en dos especies en condiciones de invernadero* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial*. OEFA. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13926](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926)
- Olivera, Y. (2016). *Diseño de una planta piloto para el tratamiento de la fracción orgánica biodegradable de los residuos sólidos domésticos, y su aprovechamiento como abono alternativo en el mantenimiento de las áreas verdes, del distrito de Chepen* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU. [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3268/OliveraPlasencia\\_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3268/OliveraPlasencia_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Oliva M. y Malonda I. (2012). *Manual de buenas prácticas en gestión de residuos en institutos de secundaria y formación profesional* (1° ed.). Creative Commons. [http://www.vertidoscero.com/PDF/Manual\\_BP\\_Residuos\\_ESO\\_FP.pdf](http://www.vertidoscero.com/PDF/Manual_BP_Residuos_ESO_FP.pdf)
- Orden, L. (2018), *Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos. Respuesta agronómica de su utilización en un cultivo de cebolla (Allium cepa L.)* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/5127>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y El Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Hábitat. [https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/newsletter12/887\\_spa.pdf](https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/newsletter12/887_spa.pdf)



- Organización Panamericana de Salud [OPS] (2010). *Manejo de residuos de establecimientos de salud* (2° ed.). Ministerio de Salud. <https://saludsindanio.org/sites/default/files/documentsfiles/3517/Manual%20REAS%20Chile%202010.pdf>
- Peña, E. Carrión, M. Martínez, F. Rodríguez, N. y Campanioni, N. (2002). *Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana*. INIFAT. [http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual\\_abonos\\_agricultura\\_urbana.pdf](http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_abonos_agricultura_urbana.pdf)
- Piedad, A. (2012). *El registro*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/Maestro-Mario/el-registro-14679139>
- Puente, N. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana* (1° ed.). FONAG. [http://www.platicar.go.cr/images/Comunidades\\_de\\_Practica/pdf/Abonos-organicos.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/Comunidades_de_Practica/pdf/Abonos-organicos.pdf)
- Restrepo, J y Rodríguez, J. (2002). *El suelo, la vida y los abonos orgánicos* (1° ed.). Enlace.
- Robles, M. (2015). *Evaluación de Parámetros de temperatura, pH y Humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. [https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas](https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas)
- Rodríguez, R. (2018). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos. Respuesta agronómica de su utilización en un cultivo de cebolla (Allium cepa L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/5127>
- Rojas F. y Zeledón E. (2007). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Hacienda las Mercedes, managua. 2005* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2036/>



- Salazar, M. (2012). *Diagnóstico de la composición y caracterización de los residuos sólidos en la vereda san Juan de Carolina municipio de Salento quindio* [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional RIDUM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/547>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista P (2010). *Metodología de la investigación* (6° ed.). Mc Graw Hill Education.
- Sistema de Contabilidad Ambiental y Economía [SCAE] (2012). *Marco central. Organización de las Naciones Unidas* [ONU]. [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF\\_trans/S\\_march2014.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF_trans/S_march2014.pdf)
- Sztern, D. Pravia, M. (1999), *Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos, en línea*. Organización Panamericana de la Salud [OPS]. <http://ops-uruguay.bvsalud.org/pdf/compost.pdf>
- Sotorino, F. (2017). *compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliario a pequeña escala: estudio del proceso y del producto obtenido* [Tesis de doctorado, Universidad Pública de Navarra] Repositorio Institucional UPNA. <http://www.compostaenred.org/documentacion/TESIS%20Francesco%20Storino.pdf>
- Tam, J. Vera, G. y Oliveros R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *pensamiento y acción*, 145-154. [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_modela\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)
- Tamayo, M. (2003). *Proceso de Investigación Científica* (4° ed.). Limusa. <http://evirtual.uaslp.mx/ENF/220/Biblioteca/Tamayo%20Tamayo-EI%20proceso%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica2002.pdf>
- Trinidad, A. (2007). *Abonos orgánicos*. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural [SEGARPA]. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>



- Trivierge, C y Seito, M. (2005). *Nuevas tecnologías de vivero en Nicaragua, bandejas y sustratos mejorados- compost* (1° ed.). La Prensa. <https://www.yumpu.com/es/document/read/40090919/nuevas-tecnologias-de-viveros-magfor>
- Vera, S. (2018). *Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa Copeinca SAC* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UPN. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1475/MIN-VER-ROJ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yanasupo, K. (2018), *Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3100/TESIS%20AG1229\\_Yan.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3100/TESIS%20AG1229_Yan.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zamora, J. (2013), *Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos* (1° ed). Bolivia. <https://www.kioscoverde.bo/wp-content/uploads/2016/11/Gu%C3%ADa-para-el-Aprovechamiento-de-Residuos-S%C3%B3lidos-Org%C3%A1nicos.pdf>



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tabla 14

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACION	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
General	General						
		<b>Independiente</b>					
		Residuos orgánicos	Propiedades físicas de los residuos de frutas y verduras.	Peso de los residuos, tamaño de partícula		Observación	Registro de datos
¿Qué características tiene el compost elaborado a partir de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota?	Caracterizar el compost a partir de los residuos orgánicos (frutas y verduras) del mercado mayorista Chota.				Descriptiva		
			Relación entre materia prima y compost obtenido	Producción total		Observación	Registro de análisis



PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACION	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
General	General						
Específicos	Específicos	Dependiente					
¿Cómo se da el proceso de degradación de los residuos orgánicos, considerando parámetros de temperatura, pH y humedad?	Evaluar el proceso de degradación de los residuos orgánicos, considerando parámetros de temperatura, pH y humedad	Caracterización físico-química del compost	pH	Rango de pH		Observación	pH-metro
			Temperatura	Temperatura en el compost		Observación para recolectar los datos de los parámetros diarios.	Termómetro digital



# Universidad Nacional Autónoma De Chota



PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACION	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
General	General						
¿Cuáles son las propiedades físico – químicas del producto final para uso como abono orgánico?	Analizar las propiedades físico – químicas del producto final para uso como abono orgánico		Humedad relativa	Porcentaje de humedad del compost		Observación para recolectar los datos de los parámetros diarios.	Registro de datos
¿Cuál es la calidad del compost final de acuerdo con la norma chilena?	Comparar la calidad del compost final con la norma chilena.		Tiempo de compostaje	Caracterización del compost humedad, %Carbono, pH, C/N, % %N, %P, %K		Control del proceso de compostaje	Registro de datos



Anexo 02. Ficha de recolección de datos

Tabla 15

Ficha de recolección de datos

Fecha	Parametros a evaluar	Medidas	Riegos	Volteos	Oservaciones
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				
	Ph				
	Temperatura				
	Humedad				

Anexo 3. Resultados del laboratorio del INIA-Cajamarca

Figura 9

Resultados del laboratorio del INIA-Cajamarca



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

Nombre : **JOSE LUIS DIAZ CARHUAJULCA**

Procedencia: **CHOTA** Fecha: **16/09/2020**

**NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA**

Nombre de Parcela	Código Laboratorio	Longitud	Latitud	Altitud msnm	Tipo de Análisis
1	SU0255-EEBI-20				Fertilidad + T+C.O.+N

**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

pH	Al	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	C.O	N <sub>2</sub>		
	meq/100g	%	ppm	ppm	%	%	%		%	%	%	
7.2	--	13.25	20.02	340	66	14	20	F Ar A	19.65	1.064		

**INTERPRETACION:**

pH (Reacción) : **NEUTRO**

Materia orgánica (M.O.) : **MUY ALTO**

Fósforo (P) : **ALTO**

Potasio (K) : **MEDIO**

Clase textural : **FRANCO ARCILLO ARENOSO**

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

Cultivo a sembrar:

Nutriente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL				
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha				

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :**



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
Estación Experimental Baños del Inca

Tulio A. Velásquez Camacho  
LABORATORIO DE SUELOS

Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA  
T: 076348386  
Email: binca@inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe

**EL PERÚ PRIMERO**

Anexo 4. Análisis estadístico

Tabla 16

Prueba de Anova

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ph	Entre grupos	3.875	3	1.292	9.480	.002
	Dentro de grupos	1.635	12	.136		
	Total	5.510	15			
MO	Entre grupos	27.215	3	9.072	318.728	.000
	Dentro de grupos	.342	12	.028		
	Total	27.557	15			
P	Entre grupos	25.541	3	8.514	45.365	.000
	Dentro de grupos	2.252	12	.188		
	Total	27.793	15			
K	Entre grupos	258.688	3	86.229	37.288	.000
	Dentro de grupos	27.750	12	2.313		
	Total	286.438	15			
C	Entre grupos	5.047	3	1.682	10.480	.001
	Dentro de grupos	1.926	12	.161		
	Total	6.973	15			
N	Entre grupos	.141	3	.047	7.124	.005
	Dentro de grupos	.079	12	.007		
	Total	.220	15			

Fuente. Base de datos de los resultados de la investigación.

Tabla 17

Comparaciones múltiples

Variable dependiente	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Ph	Tratamiento 0	Tratamiento 1	-1.025*	.261	.009	-1.80	-.25
		Tratamiento 2	-1.300*	.261	.002	-2.07	-.53
		Tratamiento 3	-.975*	.261	.013	-1.75	-.20
	Tratamiento 1	Tratamiento 0	1.025*	.261	.009	.25	1.80
		Tratamiento 2	-.275	.261	.723	-1.05	.50
		Tratamiento 3	.050	.261	.997	-.72	.82
	Tratamiento 2	Tratamiento 0	1.300*	.261	.002	.53	2.07
		Tratamiento 1	.275	.261	.723	-.50	1.05
		Tratamiento 3	.325	.261	.612	-.45	1.10
	Tratamiento 3	Tratamiento 0	.975*	.261	.013	.20	1.75
		Tratamiento 1	-.050	.261	.997	-.82	.72
		Tratamiento 2	-.325	.261	.612	-1.10	.45
MO	Tratamiento 0	Tratamiento 1	-1.747*	.119	.000	-2.10	-1.39
		Tratamiento 2	-2.165*	.119	.000	-2.52	-1.81
		Tratamiento 3	1.053*	.119	.000	.70	1.41
	Tratamiento 1	Tratamiento 0	1.747*	.119	.000	1.39	2.10
		Tratamiento 2	-.418*	.119	.020	-.77	-.06
		Tratamiento 3	2.800*	.119	.000	2.45	3.15
	Tratamiento 2	Tratamiento 0	2.165*	.119	.000	1.81	2.52
		Tratamiento 1	.418*	.119	.020	.06	.77
		Tratamiento 3	3.217*	.119	.000	2.86	3.57
	Tratamiento 3	Tratamiento 0	-1.053*	.119	.000	-1.41	-.70
		Tratamiento 1	-2.800*	.119	.000	-3.15	-2.45
		Tratamiento 2	-3.217*	.119	.000	-3.57	-2.86
P	Tratamiento 0	Tratamiento 1	-1.410*	.306	.003	-2.32	-.50
		Tratamiento 2	-1.985*	.306	.000	-2.89	-1.08
		Tratamiento 3	1.262*	.306	.007	.35	2.17
	Tratamiento 1	Tratamiento 0	1.410*	.306	.003	.50	2.32
		Tratamiento 2	-.575	.306	.288	-1.48	.33
		Tratamiento 3	2.672*	.306	.000	1.76	3.58
	Tratamiento 2	Tratamiento 0	1.985*	.306	.000	1.08	2.89
		Tratamiento 1	.575	.306	.288	-.33	1.48
		Tratamiento 3	3.247*	.306	.000	2.34	4.16
	Tratamiento 3	Tratamiento 0	-1.262*	.306	.007	-2.17	-.35
		Tratamiento 1	-2.672*	.306	.000	-3.58	-1.76



Variable dependiente	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
K	Tratamiento 0	Tratamiento 2	-3.247*	.306	.000	-4.16	-2.34
		Tratamiento 1	-6.250*	1.075	.000	-9.44	-3.06
		Tratamiento 2	-7.750*	1.075	.000	-10.94	-4.56
	Tratamiento 1	Tratamiento 3	1.750	1.075	.401	-1.44	4.94
		Tratamiento 0	6.250*	1.075	.000	3.06	9.44
		Tratamiento 2	-1.500	1.075	.525	-4.69	1.69
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	8.000*	1.075	.000	4.81	11.19
		Tratamiento 0	7.750*	1.075	.000	4.56	10.94
		Tratamiento 1	1.500	1.075	.525	-1.69	4.69
	Tratamiento 3	Tratamiento 3	9.500*	1.075	.000	6.31	12.69
		Tratamiento 0	-1.750	1.075	.401	-4.94	1.44
		Tratamiento 1	-8.000*	1.075	.000	-11.19	-4.81
C	Tratamiento 0	Tratamiento 2	-9.500*	1.075	.000	-12.69	-6.31
		Tratamiento 1	-1.293*	.283	.003	-2.13	-.45
		Tratamiento 2	-1.365*	.283	.002	-2.21	-.52
	Tratamiento 1	Tratamiento 3	-.555	.283	.256	-1.40	.29
		Tratamiento 0	1.293*	.283	.003	.45	2.13
		Tratamiento 2	-.073	.283	.994	-.91	.77
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	.737	.283	.093	-.10	1.58
		Tratamiento 0	1.365*	.283	.002	.52	2.21
		Tratamiento 1	.073	.283	.994	-.77	.91
	Tratamiento 3	Tratamiento 3	.810	.283	.060	-.03	1.65
		Tratamiento 0	.555	.283	.256	-.29	1.40
		Tratamiento 1	-.737	.283	.093	-1.58	.10
N	Tratamiento 0	Tratamiento 2	-.810	.283	.060	-1.65	.03
		Tratamiento 1	-.059	.057	.735	-.23	.11
		Tratamiento 2	-.122	.057	.202	-.29	.05
	Tratamiento 1	Tratamiento 3	.132	.057	.151	-.04	.30
		Tratamiento 0	.059	.057	.735	-.11	.23
		Tratamiento 2	-.063	.057	.703	-.23	.11
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	.192*	.057	.026	.02	.36
		Tratamiento 0	.122	.057	.202	-.05	.29
		Tratamiento 1	.063	.057	.703	-.11	.23
	Tratamiento 3	Tratamiento 3	.254*	.057	.004	.08	.42
		Tratamiento 0	-.132	.057	.151	-.30	.04
		Tratamiento 1	-.192*	.057	.026	-.36	-.02
		Tratamiento 2	-.254*	.057	.004	-.42	-.08

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Anexo 5. Panel Fotográfico.

**Figura 10**

*Picado y homogenización de los residuos orgánicos*



**Figura 11**

*Conformación de la pila, colocando los materiales uno sobre de otro*



**Figura 12**

*Control y registro de la temperatura*



**Figura 13**

*Control y registro del pH*



**Figura 14**

*Control de la humedad durante el proceso de compostaje*



**Figura 15**

*Riego y volteo de la materia orgánica en descomposición*



**Figura 16**

*Obtención del compost*

