

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación de la calidad de compost de especies acuáticas invasoras *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) y *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua) del Humedal Santa Rosa-Chancay y su efecto en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano)

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Por:

Carmen Lucero Márquez Guerrero

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, diciembre 2019

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST DE ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS EICHHORNIA CRASSIPE (JACINTO DE AGUA) Y PISTIA STRATIOTES (LECHUGA DE AGUA) DEL HUMEDAL SANTA ROSA-CHANCA Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE RAPHANUS SATIVUS (RÁBANO)” constituye la memoria que presenta la Bachiller Carmen Lucero Márquez Guerrero para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, 31 de diciembre de 2019.



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Evaluación de la calidad de compost de especies acuáticas invasoras
Eichhornia crassipe (Jacinto de agua) y Pistia stratiotes (Lechuga de
agua) del Humedal Santa Rosa-Chancay y su efecto en el crecimiento de
Raphanus sativus (Rábano)

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR

Mg. Iliana del Carmen Gutierrez Rodríguez
Presidente

Ing. Orlando Alan Poma Porras
Secretario

Mg. Joel Hugo Fernández Rojas
Vocal

Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio
Vocal

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
Asesor

Lima, 18 diciembre 2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de vivir, acompañarme en cada paso que doy y permitirme haber llegado hasta este momento de mi formación profesional.

Esta tesis está dedicada también a mis padres Flor María Guerrero Aguinaga y Yony Márquez Huamán, quienes me inculcaron las virtudes de la perseverancia y el compromiso y me alentaron sin descanso a esforzarme por alcanzar mis objetivos, por su amor y aliento incondicional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a DIOS por darme la vida, fuerza, sabiduría y conocimiento para poder realizar mis objetivos.

A mis padres

Por su amor y apoyo incondicional en todas mis decisiones.

A mis verdaderos amigos

Por su amistad y apoyo en el proceso de investigación.

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Por su orientación y apoyo a lo largo de esta investigación con la cual se logró finalizar la tesis y especialmente por su confianza.

INDICE

Resumen.....	XVI
Abstrac	XVII
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	4
1.1.1. Objetivo General.....	4
1.1.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO II	5
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	5
2.1. Humedales	5
2.1.1. Tipos – categorías de humedales	5
2.1.2. Importancia de los Humedales	5
2.1.3. Amenazas de conservación de Humedales.....	5
2.1.4. Especies acuáticas invasoras	6
2.1.4.1. Jacinto de agua (Eichhornia crassipes)	6
2.1.4.2. Lechuga de Agua (Pistia stratiotes)	8
2.1.5. Problemas que generan las especies acuáticas invasoras.....	9
2.1.6. Aprovechamiento de especies acuáticas invasoras.....	9
2.1.7. Situación de Humedales Naturales en el Perú	10
2.2. Compostaje	11
2.2.1. Materiales compostables	11
2.2.2. Tipos de Compostaje.....	11

2.2.3.	Clasificación de sistemas de compostaje	12
2.2.4.	Desarrollo del proceso de compostaje aeróbico	12
2.2.5.	Principales variables en el proceso de compostaje aeróbico	15
2.2.5.1.	Temperatura.....	15
2.2.5.1.1.	Etapa Mesofílica I.....	16
2.2.5.1.2.	Etapa termofílica.....	16
2.2.5.1.3.	Etapa mesofílica II	16
2.2.5.1.4.	Etapa de maduración.....	17
2.2.5.2.	Humedad	17
2.2.5.3.	Aireación	17
2.2.5.4.	pH.....	17
2.2.5.5.	Nutrientes	18
2.2.6.	Compostaje anaeróbico	18
2.2.7.	Aditivos para acelerar el proceso de compostaje.....	18
2.3.	Compost	18
2.3.1.	Ventajas y desventajas	19
2.4.	Calidad de compost.....	20
2.4.1.	Normativa.....	21
2.5.	Antecedentes.....	22
2.5.1.	Uso de compost en crecimiento de Rábano	23
2.5.1.1.	Tipos de siembra.....	23
2.5.1.2.	Cuidados para un buen desarrollo.....	24
CAPITULO III.....		25

3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Área de estudio	25
3.1.1.	Descripción del área donde se extraerá las especies invasoras	25
3.1.1.1.	Coordenadas UTM.....	25
3.1.1.2.	Ecología.....	25
3.1.1.3.	Problemas de conservación	26
3.1.2.	Descripción del área donde se instalaron los sistemas de compostaje.....	26
3.1.2.1.	Coordenadas UTM.....	26
3.1.3.	Descripción del área donde se cultivó los Rábanos.....	26
3.1.3.1.	Coordenadas UTM.....	26
3.2.	Tipo de investigación	27
3.3.	Diseños utilizados en la investigación	27
3.4.	Materiales y equipos	28
3.4.1.	Material experimental	28
3.4.2.	Instrumentos y herramientas	28
3.4.3.	Otros equipos y materiales de campo	28
3.4.4.	Materiales de escritorio	29
3.5.	Procedimiento experimental.....	29
3.5.1.	Procedimiento para la obtención de materia orgánica	29
3.5.1.1.	Extracción de materia prima.....	29
3.5.1.2.	Preparación de la materia prima antes del compostaje	29
3.5.2.	Proceso de compostaje	29
3.5.2.1.	Preparación de unidades compoteras	29

3.5.2.2.	Preparación y distribución de pilas	30
3.5.2.3.	Manejo durante el proceso de compostaje	30
3.5.2.3.1.	Aireación	30
3.5.2.3.2.	Regulación de la temperatura	31
3.5.2.3.3.	Humedad	31
3.5.2.4.	Toma de datos durante el proceso de compostaje.....	31
3.5.2.4.1.	Temperatura.....	31
3.5.2.5.	Toma de muestras	31
3.5.2.6.	Análisis de calidad de las muestras en el laboratorio.....	31
3.5.3.	Procedimiento para el cultivo de Rábano.....	32
3.5.3.1.	Acondicionamiento del área de cultivo.....	32
3.5.3.2.	Distribución de los tipos de compost en el área de cultivo	32
3.5.3.3.	Siembra de cultivo	33
3.5.3.4.	Manejo y control durante la siembra.....	33
3.5.3.4.1.	Control de malezas.....	33
3.5.3.4.2.	Riego	33
3.5.3.5.	Toma de datos de la cosecha	33
3.5.3.5.1.	Altura de la planta.....	33
CAPITULO IV		34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
4.1.	Proceso de compostaje	34
4.1.1.	Tiempo de descomposición de compost	34
4.1.2.	Compost obtenido (cantidad)	34

4.1.3.	Resultado durante el proceso de compostaje.....	34
4.1.3.1.	Análisis de la temperatura	34
4.1.4.	Resultado de análisis de laboratorio de los tipos de compost	38
4.1.4.1.	Análisis de la humedad	38
4.1.4.2.	Análisis de pH.....	41
4.1.4.3.	Resultado de materia orgánica.....	44
4.1.4.4.	Resultado de conductividad eléctrica.....	45
4.1.4.5.	Contenido de macronutrientes.....	47
4.1.4.5.1.	Resultado de nitrógeno total.....	47
4.1.4.5.2.	Resultado de P ₂ O ₅ en el compost.....	50
4.1.4.5.3.	Resultado de K ₂ O en el compost	51
4.1.4.6.	Contenido de micronutrientes	53
4.1.4.6.1.	Resultado de CaO en el compost	53
4.1.4.6.2.	Resultado de MgO en el compost.....	54
4.1.4.6.3.	Resultado de Na en el compost.....	55
4.2.	Proceso de siembra	57
4.2.1.	Análisis de la aplicación de los tipos de compost en el cultivo de rábano	57
4.2.1.1.	Altura de la planta (cm).....	57
CAPITULO V		59
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1.	Conclusiones.....	59
5.2.	Recomendaciones	60
REFERENCIAS		62

ANEXOS69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de humedales Ramsar por departamento (ha).....	10
Tabla 2. Clasificación de tecnologías de compostaje	12
Tabla 3. Compuestos de un compost de calidad	19
Tabla 4. Ventajas y desventajas del Compost	19
Tabla 5. Tratamientos en el sistema de compostaje	27
Tabla 6. Tratamientos en la etapa de siembra	27
Tabla 7. Tratamientos con melaza.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Jacinto de agua en el Lago Victoria.....	7
Figura 2. Esquema Básico del Proceso de Compostaje	13
Figura 3. Principales Etapas del Proceso de Compostaje (Moreno & Moral, 2007).	14
Figura 4. Temperaturas en el Proceso de Compostaje (Moreno & Moral, 2007).....	16
Figura 5. Humedal Santa Rosa, Chancay	25
Figura 6. Sistema de compostaje	30
Figura 7. Distribución de tratamientos	30
Figura 8. Distribución del área de siembra	32
Figura 9. T° en el proceso de compostaje	35
Figura 10. T° en el proceso de compostaje de los tratamientos con jacinto de agua	36
Figura 11. T° en el proceso de compostaje de los tratamientos con lechuga de agua.....	37
Figura 12. Hd % de los tipos de compost y rango según NCh 2880.....	38
Figura 13. Hd % de los tipos de compost y rango según NTC 5167	39
Figura 14. Hd % de los tipos de compost y rango según OMS	40
Figura 15. pH % de los tipos de compost y rango según NCh 2880.....	41
Figura 16. pH % de los tipos de compost y rango según NTC 5167	42
Figura 17. pH % de los tipos de compost y rango según OMS	43
Figura 18. M.O % de los tipos de compost y valor mínimo según NCh 2880	44
Figura 19. M.O % de los tipos de compost y rango según OMS	45
Figura 20. C.E % de los tipos de compost y valor máximo según NCh 2880.....	46
Figura 21. N % de los tipos de compost y rango según NCh 2880.....	48

Figura 22. N % de los tipos de compost y rango según OMS	49
Figura 23. P ₂ O ₅ % de los tipos de compost y valor mínimo según NTC 5167	50
Figura 24. P ₂ O ₅ % de los tipos de compost y rango según OMS.....	51
Figura 25. K ₂ O % de los tipos de compost y rango valor mínimo NTC 5167	52
Figura 26. K ₂ O % de los tipos de compost y rango según OMS	53
Figura 27. CaO % de los tipos de compost	54
Figura 28. MgO % de los tipos de compost	55
Figura 29. Na% de los tipos de compost	56
Figura 30. Altura de planta (cm) en los tratamientos de compost.....	57

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación.....	69
Anexo 2. Diagrama de flujo de todo el trabajo de investigación	70
Anexo 3. Imágenes del estado de los alrededores del Humedal Santa Rosa, Chancay	71
Anexo 4. Extracción de materia prima	73
Anexo 5. Preparación de la materia prima del compostaje: Secado y trituración.....	74
Anexo 6. Preparación y distribución de pilas	75
Anexo 7. Imágenes del proceso de compostaje en el tiempo.....	77
Anexo 8. Tamizado y rotulado de muestras.....	81
Anexo 9. Imágenes del acondicionamiento de lugar donde se sembró Rábano	82
Anexo 10. Cultivo del proyecto	84
Anexo 11. Tiempo de crecimiento de <i>Raphanus sativus</i> (Rábano)	85
Anexo 12. Resultados de T° de la Estación Ñaña	90
Anexo 13. Datos de T° del compost de lechuga de agua tomadas en campo	91
Anexo 14. Datos de T° del compost de jacinto de agua tomadas en campo	94
Anexo 15. Resultados del informe de análisis de materia orgánica.....	97
Anexo 16. Datos de altura de la planta (cm).....	98
Anexo 17. Comparación con otras condiciones y resultados.....	99
Anexo 18. Informe de Análisis de materia orgánica	101

Resumen

Se realizó compost con jacinto de agua y lechuga de agua para el crecimiento de rábano y así dar solución a su crecimiento invasivo y conservar el ecosistema. El trabajo fue de campo con un diseño experimental completamente aleatorio, con 4 tratamientos con 3 réplicas. Los cuales son: Sistema de compostaje de jacinto de agua con y sin melaza y sistema de compostaje con lechuga de agua con y sin melaza. Estos fueron analizados para ser comparados con la NCh 2880, NTC 5167 y OMS para determinar la calidad. Concluyendo que la calidad de compost de jacinto de agua, para los dos tipos, no cumplen con la NCh 2880 y NTC 5167. Sin embargo, sí cumplen en su mayoría con la OMS, siendo el compost de jacinto de agua con melaza la que cumple mayor cantidad de parámetros. También se determinó la calidad de compost de lechuga de agua. Concluyendo que sus dos tipos de compost, de acuerdo con la NCh 2880, los parámetros no cumplen con lo establecido en la norma, excepto para la Hd, ya que este sí cumple para los dos casos. Para la NTC 5167, no cumplen para ni un parámetro. Sin embargo, para la OMS sí cumplen sus dos tipos de compost de lechuga de agua. Entre el grupo de jacinto de agua y lechuga de agua a condiciones iguales. Este último presenta mayor cumplimiento de calidad. El diseño experimental en el proceso de siembra fue completamente aleatorio, con 5 tratamientos con 3 réplicas: Compost de jacinto de agua con y sin melaza, compost de lechuga de agua con y sin melaza y el testigo. Siendo utilizados para el crecimiento de rábanos. Concluyendo que el abono de jacinto de agua, incidió mejor en el tamaño del rábano, con mínimas diferencias del testigo.

Abstrac

Compost was made with water hyacinth and water lettuce for the growth of radish and thus provide a solution to its invasive growth and preserve the ecosystem. The work was in the field with a completely randomized experimental design, with 4 treatments with 3 replications. Which are: Water hyacinth composting system with and without molasses and composting system with water lettuce with and without molasses. These were analyzed to be compared with NCh 2880, NTC 5167 and OMS to determine the quality. Concluding that the quality of water hyacinth compost, for both types, does not comply with NCh 2880 and NTC 5167. However, they do comply mostly with OMS, being the compost of water hyacinth with molasses the one that complies greater number of parameters. The quality of water lettuce compost was also determined. Concluding that its two types of compost, according to NCh 2880, the parameters do not comply with what is established in the standard, except for Hd, since it does comply for both cases. For NTC 5167, they do not comply for even one parameter. However, for the OMS they do meet their two types of water lettuce compost. Among the group of water hyacinth and water lettuce under equal conditions. The latter presents higher quality compliance. The experimental design in the sowing process was completely random, with 5 treatments with 3 replications: water hyacinth compost with and without molasses, water lettuce compost with and without molasses and the control. Being used for the growth of radishes. Concluding that the water hyacinth fertilizer had a better impact on the size of the radish, with minimal differences from the control.

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Se le llama humedal a la zona donde el principal controlador de la fauna y flora es el agua. Este tipo de ecosistema se origina donde la capa freática está cercana o en la superficie terrestre con poca profundidad. Se consideran cinco principales tipos de humedales: Marinos, estuarinos, lacustres, ribereños y palustres. Sin embargo se identifica 42 tipos que son agrupados en 3 categorías (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

Los humedales son de importancia mundial. Estos purifican el agua y mantienen a los acuíferos para el nacimiento de manantiales (World Wildlife Fund, 2018). También se le considera como un medio de mayor producción en el mundo, ya que sustenta a una gran diversidad de especies y depósito de material genético vegetal (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

A pesar de todos los beneficios que ofrece los humedales, en el Informe Planeta vivo (World Wildlife Fund, 2018) muestran que son uno de los espacios más amenazados en el mundo. Los principales factores de amenaza son la modificación, fragmentación y distribución de hábitats; especies invasoras, pesca sin control; contaminación; enfermedades y cambio climático.

La propagación de las especies exóticas invasoras (IAS) es una amenaza para las riquezas biológicas naturales, ya que puede excluir especies nativas, cambiando la estructura de los ecosistemas y el bienestar humano a nivel global. Estas se pueden presentar como virus, hongos, algas, musgos, helechos, plantas superiores, invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Global Invasive Species Programme, 2001).

En un estudio, Rivera et al. (2008) mencionan que la especie buchón o lirio de agua (*Eichhornia crassipes*) es una especie invasora excluyente de tipo flotante con más frecuencia de

observar. Lowe, Browne, Boudjelas, & De Poorter, (2004) también mencionan que esta especie es una de las más dañinas del mundo. Esta es nativa de Sudamérica, pero se la encuentra en más de 50 países en 5 continentes. También se las utiliza como decoración en estanques por sus hermosas flores purpuras y violetas. Su propagación bloquea vías fluviales, impide la entrada de luz y oxígeno al cuerpo de agua y reduce la diversidad biológica.

El problema de la propagación de especies exóticas en todo el mundo, está haciendo que se creen soluciones adaptadas a la realidad de cada país, para contrarrestar amenazas a las riquezas biológicas naturales de la tierra y a sus ciudadanos (Global Invasive Species Programme, 2001).

Una de las técnicas de remoción básicas y de mayor recomendación es el de tipo manual, llamado también el método de Bradley. Este se ha implementado de gran proporción en Australia y consiste básicamente en el deshierbe recurrente de la franja litoral. Se deberá tener en cuenta las características de crecimiento y desarrollo de las especies invasoras y así recuperar los ecosistemas. Consta de 4 fases: Deshierbe primario, consolidación, mantenimiento de largo plazo y compostaje (Rivera, y otros, 2008).

Una solución para el control de especies invasoras, es la aplicación de técnicas de remoción manuales o con maquinarias livianas. Se recalca que los herbicidas son controles que perjudican la biota natural de humedales, por ellos su descarte (Sanchún, Botero, Morera, Obando, & Russo, 2016).

En el Salvador se está promoviendo y ejecutando proyectos de control, manejo y uso sostenible de especies acuáticas en el Humedal Cerrón Grande con el objetivo de reducir la presión sobre los recursos existentes y mejorar la calidad de la población. El jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) es la especie que es extraída del Humedal Cerrón Grande para ser caracterizada y posteriormente concluir su valor para ser utilizada como materia prima en la

obtención de productos que favorezcan a la población aledaña. Uno de ellos es la obtención de abono orgánico por medio de la técnica del compostaje (Zaldaña & Salazar, 2014).

Rodríguez & Córdova (2006) refieren que el compost es un producto libre de riesgo sanitario para la sociedad y el medio ambiente, ya que es un material estable, inodoro y preventivo de la erosión, puesto que mejora la estructura del suelo y permite la absorción del agua, mejorando los cultivos existentes.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente refiere que la técnica de compostaje tiene valor en el ámbito de gestión de residuos orgánicos, ya que se daría nuevas alternativas para su disposición final (MINAM, 2015).

La extensión de humedales es en todo el territorio nacional. Durante mucho tiempo fueron utilizados como fuente de agua, extracción de especies para su consumo y materiales de construcción (junco y totora) (MINAM, 2015).

Al norte de la ciudad de Lima – Perú, se encuentra el Humedal de Santa Rosa (11°36'01,4"S – 77°15'54,0"W), en el distrito de Chancay (Ramírez, Aponte, & Cano, 2010). Este humedal está siendo impactado negativamente debido a la agricultura, ganadería, depósitos de desperdicios orgánicos y criaderos de porcinos. Muchas de estas actividades proporciona nutrientes al cuerpo de agua, los que llegarían por escorrentía, causando el incremento de especies acuáticas como: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* y *Lemna gibba* (Aponte & Ramírez, 2011). Siendo perjudiciales para la vida de otras especies, ya que consumen el oxígeno acuático, resultando la disminución de peces que son de alimento para aves. Por ello se requiere realizar acciones para el control de especies invasoras. La remoción manual es una técnica básica que se puede realizar para posteriormente utilizar las especies invasoras como materia prima para la obtención de

abono orgánico por medio de la técnica de compostaje y analizarla para utilizarla en el crecimiento del rábano.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar la calidad compost de especies acuáticas invasoras *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) y *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua) del Humedal Santa Rosa-Chancay y su efecto en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano).

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de compost de *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua).
- Determinar la calidad de compost de *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua).
- Comparar la calidad de compost entre *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) y *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua).
- Determinar el efecto de compost de *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano).
- Determinar el efecto de compost de *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua) en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano).

CAPITULO II

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Humedales

De acuerdo a lo determinado en la convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional específicamente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar, 1971), los humedales “son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Los Humedales son ecosistemas donde el agua es el principal elemento que controla el medio, vida vegetal y animal asociados a él (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

2.1.1. Tipos – categorías de humedales

En 1990 se aprueba un Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales. Con el propósito de brindar un panorama muy amplio, facilitando la identificación rápida de humedales. Se identifica 42 tipos que son agrupados en 3 categorías: Marinos y costeros, continentales y artificiales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

2.1.2. Importancia de los Humedales

World Wildlife Fund (2018) Nos dice en su informe de Planeta Vivo que los humedales son de importancia mundial, ya que purifican el agua y mantienen a los acuíferos para el nacimiento de manantiales. Secretaría de la Convención de Ramsar (2013) también considera que es un medio de mayor producción en el mundo, ya que sustenta a una gran diversidad de especies y depósito de material genético vegetal.

2.1.3. Amenazas de conservación de Humedales

Los humedales son ecosistemas de aguas dulces. Este tipo de aguas presenta menos del 1% de superficie de la tierra que alberga más de 100000 especie conocidas: Peces, moluscos, reptiles, insectos, plantas y mamíferos. Sin embargo son los más amenazados por factores como la modificación total de hábitats, especies invasoras, pesca excesiva, contaminación, enfermedades y cambio climático (World Wildlife Fund, 2018).

Se ignora la importancia que tiene los humedales en el mundo. Puesto que durante mucho tiempo se ha dañado estos ecosistemas por la actividad del hombre. Por ejemplo se las drena para la creación de terrenos agrícolas y zonas urbana (Elias, 2012).

2.1.4. Especies acuáticas invasoras

Se le considera una amenaza a las especies invasoras por ser un agente de cambio y de distribución anormal que afecta la diversidad biológica nativa y sus ecosistemas. Esto trae costos económicos y ecológicos. Siendo este último de pérdidas irrecuperables (World Wildlife Fund, 2018).

Las especies invasoras los encontraremos en todos los grupos taxonómicos. Por ejemplo, encontramos a las malezas terrestres. Estas disminuyen el rendimiento de los cultivos agrícolas, obligando a los agricultores a utilizar agroquímicos para su control. También encontramos a las malezas acuáticas que se encarga de la perdida de agua por evapotranspiración y obstaculizan los canales de riego en zonas agrícolas (Elias, 2012).

2.1.4.1. Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

Se le considera al jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) como una planta invasora, ya que presenta factores muy altos de reproducción y adaptación. Esta es originaria de Brasil, extendiéndose a más de 50 países de los 5 continentes (Romero, y otros, 2003). Lowe, Browne, Boudjelas, y De Poorter (2004) también mencionan que su propagación bloquea vías fluviales,

impide la entrada de luz y oxígeno al cuerpo de agua y reduce la diversidad biológica, ver figura 1. Sin embargo, en muchos países también es utilizada en estanques como decoración por sus hermosas flores purpuras y violetas.



Figura 1. Jacinto de agua en el Lago Victoria.

En su libro de ecología, Romero et al. (2003) recomiendan que su uso sea únicamente en humedales artificiales, ya que se puede controlar su reproducción, evitando la invasión en ecosistemas.

a) Taxonomía

ISSG (2019) las clasifica de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- Division: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Liliales
- Familia: Pontederiaceae

b) Hábitat

Jaramillo & Flores (2012) Mencionan algunos aspectos a considerar para su desarrollo:

- Iluminación: Intensa o estar en semi sombra
 - Temperatura: 25°C - 30°C. Se debe proteger de las heladas
 - pH: 6,5 - 7,5.
- c) Reproducción

Su reproducción es asexual y sexual. De forma vegetativa por producción de estolones. Su tamaño se puede duplicar en 10 días y durante 8 meses. También puede llegar a medir entre 0,5 y 1,5 metros (Jaramillo & Flores, 2012).

La especie *Eichhornia crassipes*, Jacinto Acuático, es muy estudiada por su capacidad de depuración y su rápida proliferación. Mayormente en regiones tropicales y subtropicales (Hidalgo, Montano, & Sandoval, 2005).

Para su metabolización, la especie *Eichhornia crassipes* requerirá nutrientes. Siendo los más importantes: El nitrógeno, el fosforo, junto a los iones de potasio, calcio magnesio, sulfato, fierro, nitrito, amonio, cloro, fosfato y carbonato (Hidalgo, Montano, & Sandoval, 2005).

2.1.4.2. Lechuga de Agua (*Pistia stratiotes*)

Lechuga de Agua (*Pistia stratiotes*) es una especie vegetal que se considera invasora por su fácil y rápida propagación (Cruz, 2011). Estas presentan raíces muy adaptables para absorber nutrientes directamente del agua en movimiento (Scott & Willis, 2016)

a) Taxonomía

ISSG (2019) las clasifica de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- Division: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida

- Orden: Arales
- Familia: Araceae

b) Hábitat

Lechuga de Agua (*Pistia stratiotes*) su hábitat es en cuerpos de aguas dulces de casi la mayoría de zonas tropicales y subtropicales del mundo (Cruz, 2011).

2.1.5. Problemas que generan las especies acuáticas invasoras

Se considera que la biodiversidad global está siendo amenazada por el cambio climático y las invasiones biológicas. Cabe recalcar que hay estudios científicos que nos dice que las invasiones biológicas son producidas por el cambio climático, aumentando su impacto en la extinción de especies nativas de las zonas afectadas (Mendoza, Born, March, & Torres, 2014).

Presenta problemas económicos, ya que las plantas acuáticas invasoras producen una mayor evapotranspiración, no permitiendo la entrada de luz en los cuerpos de agua, por ende la limitación de la actividad pesquera y recreativa (Martinez, 2014).

2.1.6. Aprovechamiento de especies acuáticas invasoras

Una de las plantas invasoras es el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). Esta especie a pesar de sus características de invasora, puede ser aprovechada en sistemas de remoción de aguas contaminadas, ya que actúa como fitorremediador, acumulando metales pesados. Podría ser controlado en humedales por métodos de aceptación pública como: Remoción manual, trituración y empleo de controladores ecológicos entre ellos, gorgojos (*Neochetina* spp) y carpa forrajera (*Ctenopharyngodon idella*) (Romero, y otros, 2003).

Poveda (2017) también concuerda que se le puede dar un uso sostenible a las planas invasoras como es el caso del Buchón de agua (*Eichhornia Crassipes*), Empleándose para descomponer

materia orgánica y biofertilizante. Este último, mejorara las características de un suelo que fue afectado por las actividades antrópicas.

2.1.7. Situación de Humedales Naturales en el Perú

El Sistema Nacional de Información Ambiental brinda información sobre la cantidad de hectáreas que tiene cada departamento de humedales en la siguiente tabla: Superficie de humedales Ramsar por departamento (ha) (MINAM, 2017). Ver tabla 1.

Tabla 1.
Superficie de humedales Ramsar por departamento (ha).

Representación	2017
Arequipa	18,850.00
Cajamarca	1,250.00
Cusco	1,979.00
Ica	335,000.00
Junín	53,000.00
Lima	263
Loreto	5,907,329.00
Pasco	53,000.00
Piura	3,399.00
Puno	460,000.00
Tumbes	2,972.00

Fuente: (MINAM, 2017)

Los humedales son ecosistemas importantes en el planeta por su diversidad de especies y los beneficios que ofrecen. En Lima existen humedales que cumplen estos aspectos. Esta el caso de los humedales de Puerto Viejo, los pantanos de Villa, los humedales de Ventanilla, los humedales de Santa Rosa, la laguna El Paraíso y las albuferas de Medio Mundo. Estos ecosistemas albergan 123 especies en total, 9 de ellas son introducidas, 54 son invasoras y 16 invasoras potenciales (Cano & Aponte, 2013).

Al norte de la ciudad de Lima – Perú, se encuentra el Humedal de Santa Rosa (11°36'01,4"S – 77°15'54,0"W), en el distrito de Chancay (Ramirez, Aponte, & Cano, 2010). Presenta un área de 32 ha, en la zona central tiene un gran cuerpo de agua, al oeste una laguna y es abastecida por el río Chancay. Tiene la categoría de Área de Conservación Municipal, siendo el encargado la Municipalidad de Chancay. Sin embargo, está siendo impactado negativamente debido a la agricultura, ganadería, depósitos de desperdicios orgánicos y criaderos de porcinos. Muchas de estas actividades proporciona nutrientes al cuerpo de agua, los que llegarían por escorrentía, causando el incremento de especies acuáticas como: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* y *Lemna gibba* (Aponte & Ramírez, 2011).

2.2. Compostaje

Desde hace 5.000 años, los campesinos reflejan lo que ocurre en la naturaleza en sus campos agrícolas. Donde la descomposición de residuos animales y vegetales que se da por procesos biológicos, contribuye a la fertilidad de sus tierras. Esta técnica se le conoce como compostaje, el cual se fue abandonando después de la II Guerra Mundial por el uso de fertilizantes químicos. Sin embargo ya se ha realizado observaciones del descenso de fertilidad en los campos (Amigos de la Tierra, 2010). Oviedo, Marmolejo, & Torres (2016) consideran que la limitada investigación sobre la técnica del compostaje, no permite una implementación efectiva en países desarrollados.

2.2.1. Materiales compostables

El tipo de material que se puede compostar es muy variado. Se puede clasificar en industriales, urbanos y agropecuarios (Red Española de Compostaje, 2015).

2.2.2. Tipos de Compostaje

Se puede determinar tipos de compostaje como: Compostaje aeróbico; compostaje anaeróbico o biometanización y otros como vermicompostaje, co-compostaje con lodos y compostaje con residuos de poda (Equipo Vértice , 2007).

2.2.3. Clasificación de sistemas de compostaje

Moreno & Moral (2007) refieren que la técnica de compostaje se puede clasificar en sistemas abiertos y cerrados. Esto se da por los siguientes criterios: Nivel de complejidad y los controles que se emplearan como los métodos de ventilación.

Poveda (2017) también da una clasificación de tecnologías de compostaje. Estas se muestran en la tabla:

Tabla 2.
Clasificación de tecnologías de compostaje

Sistema	Tipo de Compost	Tipo de pila	Condición Optima	
Abierto	Por acción microbiana	Dinámica, con movimiento de material y ventilación alternada	Relación C:N	25:1-30:1
	Aireación por paleo		Humedad	50%-60%
	Aireación por convección natural		Oxígeno	≈8%
	Inyección Forzada		pH	6.5-8
Cerrado	Vermicultura	Estática, con movimiento de material y condiciones naturales controladas	Temperatura	65°C-70°C
	Reactor			
	Biometización		Tamaño de la partícula	Variable

Fuente: (Poveda, 2017)

2.2.4. Desarrollo del proceso de compostaje aeróbico

El compostaje es una tecnología que requiere de oxígeno y agua controlada; generando calor, CO₂ y vapor de agua. Mientras que microorganismos como las bacterias, hongos y microfauna, trabajan en todo el proceso (Rodríguez & Córdova, 2006). Ver figura 2.

Red Española de Compostaje (2015) Menciona en su libro “De residuo a recurso. El cambio hacia la sostenibilidad” lo que ocurre durante el proceso de compostaje en un esquema básico.

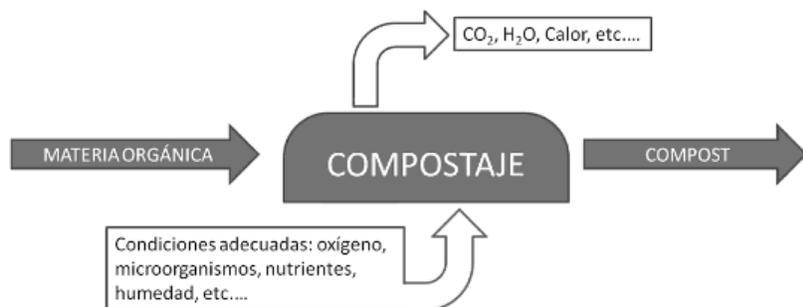


Figura 2. Esquema Básico del Proceso de Compostaje

La técnica de compostaje, es un conjunto de tratamientos mecánicos que transforma la materia prima compostable en compost, materia suficientemente homogénea, porosa, con la humedad correcta, y con un tamaño de partículas adecuado que cumpla con las normas de calidad que se esté utilizando. Por ello la importancia de realizar un buen proceso de compostaje (Moreno & Moral, 2007).

FONCODES (2014) recomienda que cuando se realice el proceso de compostaje, sea después de las lluvias, entre abril y mayo, así se aprovechara el follaje existente. La colocación del material a compostar puede estar en la superficie o en pozos.

a) Etapa de mezclado

La etapa de mezclado tiene como objetivo la homogenización de la materia prima a compostar, por ellos su mezclado. Esta etapa también se realiza para la reutilización de la materia sobrante en la etapa de afino final (Moreno & Moral, 2007).

b) Etapa de maduración

Para que la etapa de maduración se dé correctamente, dependerá del tipo de material compostado. Sin embargo su duración y las condiciones del proceso dependerá mucho del destino que se desea utilizar el compost (Elias, 2012).

c) Etapa de Afino

La etapa de afino se da al final del proceso. Este tiene como objetivo la separación de restos de fracciones indeseables en el compost maduro y obtener un abono orgánico de calidad (Moreno & Moral, 2007). Ver figura 3

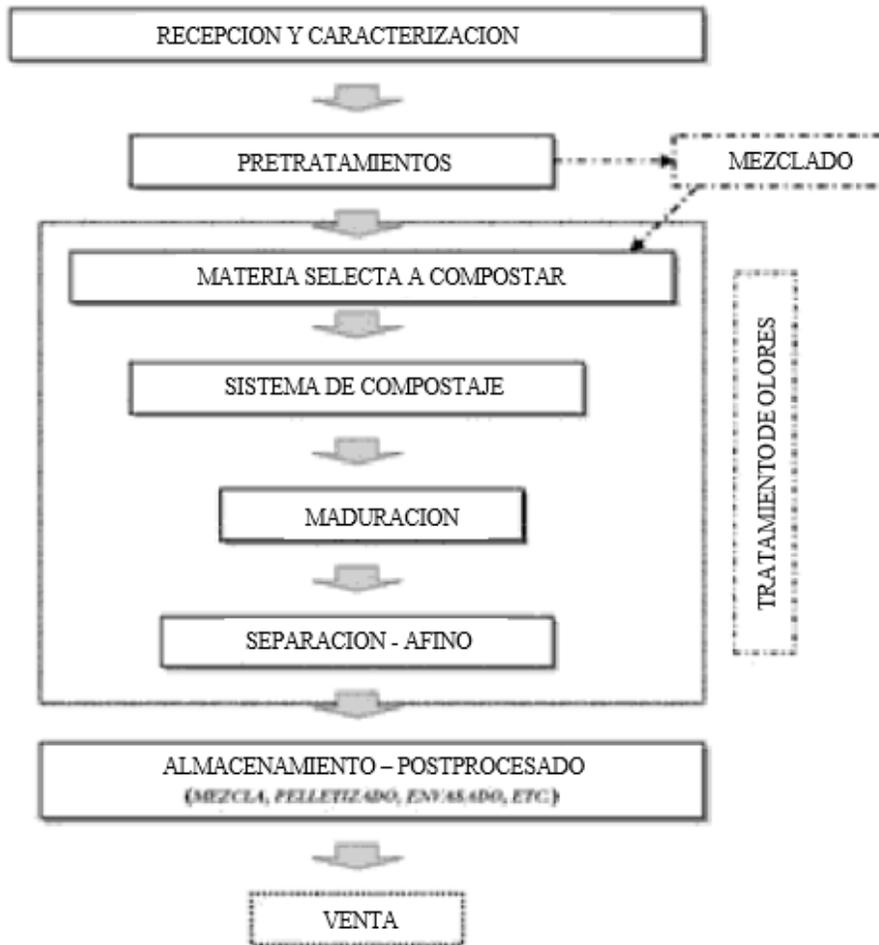


Figura 3. Principales Etapas del Proceso de Compostaje (Moreno & Moral, 2007).

2.2.5. Principales variables en el proceso de compostaje aeróbico

Durante el proceso de compostaje, se tendrá en cuenta variables para su control. Estas se pueden clasificar en físicas, como la temperatura, humedad y el tamaño de partícula; químicas, entre ellas la relación C/N, el pH y la disponibilidad de oxígeno y entre las biológicas están la presencia de microorganismos y la biodegradabilidad de los residuos. Todas estas variables tendrán un valor que dependerá de las condiciones ambientales, el sistema de compostaje que se escoja y el tipo de materia prima (Red Española de Compostaje, 2015).

Moreno & Moral (2007) Consideran que las principales variables que controlan el proceso de compostaje son la temperatura, la humedad y la aireación. Sin embargo, no se tiene un acuerdo unánime sobre las pautas de comportamiento de estas y son convenientes mantenerlas a lo largo del desarrollo de la técnica de compostaje. Por ello la importancia de seguir investigando sobre la optimización de variables.

2.2.5.1. Temperatura

La temperatura es importante en la optimización del proceso de compostaje, ya que los microorganismos deben tener condiciones óptimas para su desarrollo y así degradar la materia orgánica y convertirla en compost. Esta variable resulta del balance energético entre el calor que se genera en la técnica de compostaje, proceso aeróbico, y las pérdidas de calor que se darán por la evaporación de partículas de agua existentes en la composta (Red Española de Compostaje, 2015).

En todo el proceso de compostaje, existen diferentes temperaturas que se debe controlar para una calidad de compost. En la fase termófila e higienización, deben mantener temperaturas entre 60C° y 70C° y el resto del proceso entre 35C° y 60C° (Moreno & Moral, 2007). Ver figura 4.

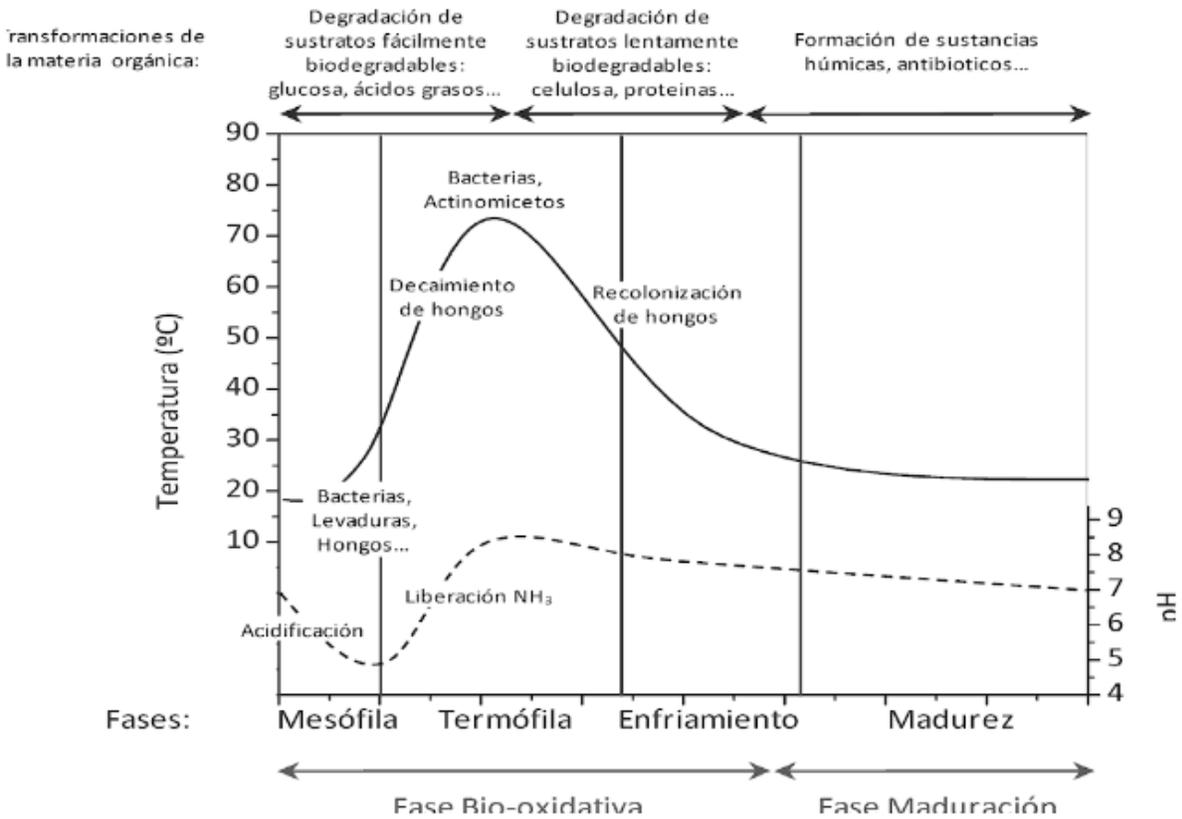


Figura 4. Temperaturas en el Proceso de Compostaje (Moreno & Moral, 2007).

2.2.5.1.1. Etapa Mesofílica I

Se da entre un rango de 40-45°C. Ocurre gracias a microorganismos mesófilos en los primeros días del material a compostar. En esta etapa, los carbohidratos son degradados por bacterias y la celulosa por los hongos (Romero, y otros, 2003).

2.2.5.1.2. Etapa termofílica

En esta etapa, los microorganismos mesófilos disminuyen, dando paso a la población termófilas. Siendo las bacterias termófilas las que degradan los lípidos y la hemicelulosa. Mientras los hongos degradan la celulosa y hemicelulosa (Romero, y otros, 2003).

2.2.5.1.3. Etapa mesofílica II

La temperatura comenzara a disminuir, generando bacterias y hongos mesofílicos (Romero, y otros, 2003).

2.2.5.1.4. Etapa de maduración

En esta etapa la temperatura es estable, generando organismos como los nematodos, protozoarios, insectos y lombrices de tierra (Romero, y otros, 2003).

2.2.5.2. Humedad

La humedad es una variable imprescindible para el proceso de compostaje, ya que los microorganismos necesitan humedad para sobrevivir (Red Española de Compostaje, 2015). Moreno & Moral (2007) nos dice que el rango optimo es de 30 y el 60% (Moreno & Moral, 2007).

Para verificar la humedad durante el proceso (Sztern & Pravia, 1999) en su Manual para la elaboración de compost. Presenta la técnica del puño, donde se da rangos de humedad de acuerdo al aspecto de las muestras de compost. Para ello se toma una muestra, se cierra la mano y se presiona. Si esta presenta un hilo de agua continuo, la humedad es más de 40%. Si no presentara un hilo continuo de agua, pero si pequeñas gotas constantes, la humedad es cercano a 40%. Si la muestra no gotea la humedad esta entre 20 a 30%. Si la muestra se disgrega, se asume que la humedad está por debajo de 20 %.

2.2.5.3. Aireación

El oxígeno existente debe ser de un mínimo de 5%, para evitar anaerobiosis y posteriormente la generación de ácidos orgánicos volátiles. Se considera que lo ideal de oxígeno en el sistema sea por encima de 12% (Moreno & Moral, 2007).

2.2.5.4. pH

En la primera fase de compostaje, se observa una disminución de pH, lo óptimo es que no llegue a inferiores que 4, condiciones anaeróbicas, ya que se pretende el desarrollo de hongos que degradaran la celulosa y lignina. En las siguientes etapas del proceso, el pH aumenta por el

agotamiento de grupos carboxílicos y fenolítico entre 7.5 y 8.5. al final del proceso, maduración, el pH se estabiliza (Red Española de Compostaje, 2015).

2.2.5.5. Nutrientes

Un compost final debe tener nutrientes destacables como: carbono, nitrógeno y fosforo. Estos son de suma importancia para el crecimiento de microorganismos y síntesis celular. El carbono debe presentarse con mayor proporción, puesto que es el 50 % de las células de los microorganismos (Red Española de Compostaje, 2015).

2.2.6. Compostaje anaeróbico

Este proceso se caracteriza por la ausencia de oxígeno. Sus productos no solo son compost, sino gases formados por 99% de metano y dióxido de carbono y 1% de amoníaco y ácido sulfúrico (Equipo Vértice , 2007).

2.2.7. Aditivos para acelerar el proceso de compostaje

Los aditivos ayudan a la aceleración de degradación de la materia prima que se desea compostar y ayuda a prevenir malos olores en el material vegetal (Donoso, 2015).

Uno de los aceleradores es la melaza, subproducto del proceso de azúcar, generado por la separación del azúcar refinado del azúcar crudo (Galindo & Jerónimo, 2005).

Sanclemente, García, & Valencia (2011) nos indican en su artículo “Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (*Saccharum officinarum*)”, que la melaza es un acelerador finito mucho más eficiente que el acelerador infinito (microorganismos eficientes), ya que la melaza obtuvo mayor % de descomposición, 59.17%.

2.3. Compost

EGMASA (2000) nos menciona que el compost es un abono orgánico que fue sometido a proceso aeróbico para su obtención. El compost es un producto libre de microorganismos patógenos, con aspecto terroso y su aplicación evita el uso de fertilizantes químicos tradicionales. (Rodríguez & Córdova, 2006) Concluyen que es un producto libre de riesgo sanitario para la sociedad y el medio ambiente.

El compost brinda beneficios en los aspectos físicos químicos y microbiológicos al suelo, ya que contribuye a su formación y estabilización, aumenta la capacidad para retener agua e intercambiar cationes, haciendo más porosos los suelos compactos (Alvarez, 2010). Ver tabla 3.

Existen tipos de abonos orgánicos como: estiércol, restos de las cosechas, biol, restos orgánicos industriales, compost, entre otros. Siendo el compost el resultado del proceso de compostaje. Este abona el suelo y le ofrece nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, etc., mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo así como las características de las especies cultivadas (FONCODES, 2014).

Tabla 3.
Compuestos de un compost de calidad

M.O%	H	C.E. Ms/cm	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Mn ppm	Fe ppm
50-60	7-7.5	4-6	1.5-2.5	1-2	0.2-0.8	1-3	0.2-0.5	100-500	3000-10000

Fuente: (EGMASA, 2000).

2.3.1. Ventajas y desventajas

Existen ventajas y desventajas de utilizar compost. En la tabla 4 se expone ello.

Tabla 4.
Ventajas y desventajas del Compost

Compost	
Ventajas	Desventajas
Las plantas tendrán una mayor disponibilidad de nutrientes, ya que serán liberadas del compost lentamente. Ayudando a	Si se quiere realizar compost en zonas frías, el tiempo de fermentación es mucho más larga (FONCODES, 2014).

la actividad agrícola en tiempo de sequía (Núñez, 2001).

Mejora la permeabilidad interna del suelo (Núñez, 2001).

Los microorganismos existentes en el suelo tendrán un mejor desarrollo óptimo, ya que obtendrán carbono y nitrógeno (Núñez, 2001).

El compost puede aprovechar biomasa como plantas, residuos de cosecha, estiércol de animales, etc. (Núñez, 2001).

Resistencia de cultivos a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas (FONCODES, 2014).

Requiere de un área techada, ya que en tiempo de lluvias, si no se acondiciona adecuadamente puede producir encharcamientos (FONCODES, 2014).

Provee menor cantidad de nitrógeno, fósforo, azufre y potasio que los fertilizantes inorgánicos (Núñez, 2001).

2.4. Calidad de compost

El compost es un producto homogéneo obtenido de materia orgánica heterogénea y de calidad variable, ya que dependerá del origen de la materia prima utilizada, técnica y tiempo de compostaje (Avendaño, 2003).

Ansorena, Batalla, & Merino (2014) Nos mencionan que la calidad de compost no es algo absoluto, ya que se determinara de acuerdo al uso que se le dé y por dos vías. La primera está dada por experimentos de campo, en los que se verá el comportamiento de las plantas frente al compost. La segunda es por medio de la medición de propiedades organolépticas, físicas, químicas y biológicas.

Los países latinoamericanos como es el caso de Chile, Colombia y México basan sus normativas sobre calidad de compost y su uso a estándares de Estados Unidos (EPA) o de la Unión Europea (EU) (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

Para determinar la calidad del compost se necesita comparar con las normativas vigentes donde muestran entre que rangos se debe encontrar el material a compostar y el producto final (compost) para una utilización óptima. Dependerá de varios parámetros que intervienen durante el proceso de fermentación y maduración, los cuales generalmente oscilan dentro de unos rangos debido a la heterogeneidad de la mezcla inicial (los residuos) y a las posibles variaciones estacionales en su composición. Estos parámetros son la temperatura, humedad, relación Carbono- Nitrógeno, presencia de oxígeno, pH, etc. (Uribe, 2003).

Entre las normativas y criterios que son más utilizados en los trabajos de investigación se encuentran: NCh2880.c2003, Organización Mundial de la salud (OMS) y Norma técnica colombiana 5167.

2.4.1. Normativa

- Ley General del Ambiente N° 28611

Nos muestra en el Artículo 1° que “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”.

- Reglamento del decreto legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Nos habla sobre que la finalidad de la gestión de residuos sólidos es la reutilización, la valoración del material y energética. Siendo una de las alternativas el compostaje.

- D.S 008 – 2005 – PCM

Nos muestra que fue reglamentada la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, teniendo como misión la orientación, integración, coordinación, supervisión, evaluación y garantizar que se cumpla las políticas y acuerdos para la protección del medio ambiente.

- D.S N°044-2006-AG

En el artículo 27° nos habla sobre la gestión de los residuos de la actividad agrícolas. Donde nos dicen que se puede utilizar para mejorar la estructura del suelo, forrajes de animales. Siendo el compostaje una técnica que da valor a los residuos orgánicos, ya que estos pueden originar biocombustibles o servir aporte de carbono.

2.5. Antecedentes

Nuestro país no está alejado de las investigaciones sobre el aprovechamiento de materia orgánica para la realización de compost. En la Universidad de Piura se desarrolla una alternativa de reaprovechamiento de los residuos vegetales que se genera en el campus. Este es el caso del compostaje de tipo aeróbico de dos meses. Al finalizar sus ensayos, se verifica sus condiciones óptimas en sus parámetros analizados (Mendoza M. , 2012).

Cabrera & Rossi (2016) nos muestran una alternativa sustentable al elaborar compost aprovechando los residuos vegetales que se genera en las áreas públicas del distrito de Miraflores. Sus resultados muestran que se clasifica como compost de clase B según la NCH2880. Of2004. No solo se evidencia condiciones óptimas, sino que se evitara que 230Mg de residuos vegetales se envíen mensualmente a rellenos sanitarios.

En la ciudad de Guatemala se encuentra la Universidad de San Carlos, que posee una planta de tratamiento de aguas residuales. En esta se utiliza el jacinto de agua para la remoción de nutrientes de aguas que provienen de la comunidad Colonia Aurora II y posteriormente ser utilizadas para el riego o vertidas al río cercano. Se pretende reaprovechar la especie acuática en

procesos de compostaje como una opción sostenible para su disposición final. Como resultado se tienen abono orgánico que se aplicó a cultivos y a suelos degradados, proporcionando grandes cantidades de nutrientes como fósforo, potasio y calcio (Valle, 2009).

En el Salvador se está promoviendo y ejecutando proyectos de control, manejo y uso sostenible de especies acuáticas en el Humedal Cerrón Grande con el objetivo de reducir la presión sobre los recursos existentes y mejorar la calidad de la población. Jacinto de Agua (*Eichornia crassipes*) es la especie que es extraída del Humedal Cerrón Grande para ser caracterizada y posteriormente concluir su valor para ser utilizada como materia prima en la obtención de productos que favorezcan a la población aledaña. Uno de ellos es la obtención de abono orgánico por medio de la técnica del compostaje. Esta técnica es muy favorable para los suelos agrícolas, ya que mejora sus características de fertilidad; evita cambios extremos en la temperatura; capacidad de almacenamiento de agua; mineralización de N, P y K; mantiene valores de pH óptimos para la agricultura; fomenta la actividad microbiana y controla la erosión (Zaldaña & Salazar, 2014).

2.5.1. Uso de compost en crecimiento de Rábano

Gomez, Lázaro, & Leon (2008) nos demuestran que en su estudio experimental, el uso de composta en los cultivos de rábano, mejoró el rendimiento en el cultivo de Rábano.

Ochoa & Mendoza (2015) realizaron un trabajo de investigación donde evaluaron distintos abonos, biofertilizante, compost y urea 46% en el crecimiento y rendimiento del rábano. Los resultados demuestran diferencias altamente significativas, siendo el compost el mejor resultado, ya que aumento la capacidad del suelo, aumentando el crecimiento de las plantas por los nutrientes que contiene.

2.5.1.1. Tipos de siembra

Se puede mencionar dos tipos de siembra de hortalizas: siembra directa e indirecta (trasplante). La primera consiste en sembrar la semilla directamente en el suelo a sembrar una sola vez. La segunda se siembra en un almacigo. Luego de transcurrido unas semanas o cuando la especie vegetal ya tenga 3 a 4 hojas, se trasplanta en el terreno donde se quedará hasta la cosecha. Siendo el Rábano de siembra directa. (Equipo técnico del Componente Agrícola, 2011).

2.5.1.2. Cuidados para un buen desarrollo

- Se debe realizar riegos continuos (Equipo técnico del Componente Agrícola, 2011).
- Al momento de cosechar para analizar el tamaño del fruto. Se afloja el suelo con un rastrillo para evitar dañar las raíces (FAO, 2014).
- El suelo debe ser arenoso, con suficiente material orgánico. El Rábano es tolerante a suelo con pH de 5.5 a 6.8 (Cásseres, 1980) lo que concuerda (FAO, 2011) en su manual técnico de producción artesanal de semillas de hortalizas.
- (FAO, 2011) en su manual técnico de producción artesanal de semillas de hortalizas considera que la distancia entre plantas debe ser de 5 cm.
- La temperatura es uno de las variables que incide en el crecimiento del Rábano. Las temperaturas óptimas van desde 15°C y 18°C (Cásseres, 1980).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

3.1.1. Descripción del área donde se extraerá las especies invasoras

El Humedal Santa Rosa se encuentra invadido por las especies invasoras jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), figura 5. Existe una comunidad aledaña que impacta negativamente al humedal por sus desechos que llegan por escorrentía al cuerpo de agua y por el pastoreo (Anexo 3).



Figura 5. Humedal Santa Rosa, Chancay

3.1.1.1. Coordenadas UTM

- Norte: 8717472
- Este: 252599

3.1.1.2. Ecología

El humedal Santa Rosa cuenta con una flora vascular de 66 especies. Las especies más diversas son las Poaceae (16), Cyperaceae (6) y Asteraceae (6). Estas conforman el 42% de la flora total. Por ello se dice que es el Humedal con mayores especies que otras que pertenecen a Lima (Ramirez, Aponte, & Cano, 2010).

3.1.1.3. Problemas de conservación

El Humedal Santa Rosa está siendo impactado negativamente debido a la agricultura, ganadería, depósitos de desperdicios orgánicos y criaderos de porcinos. Muchas de estas actividades proporciona nutrientes al cuerpo de agua, los que llegarían por escorrentía, causando el incremento de especies acuáticas como: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* y *Lemna gibba* (Aponte & Ramírez, 2011).

3.1.2. Descripción del área donde se instalaron los sistemas de compostaje

Los sistemas se ubicaron en la urbanización Los Tulipanes Mz J Lt. 1 y 2, Lurigancho Chosica (Anexo 1).

3.1.2.1. Coordenadas UTM

- Norte: 8672141
- Este: 294288

3.1.3. Descripción del área donde se cultivó los Rábanos.

En esta parte de la investigación, se llevó a cabo dentro de la Universidad Peruana Unión (UPeU), en la zona donde se realiza la selección de residuos de la universidad, zona de lúcumos (figura 1).

3.1.3.1. Coordenadas UTM

- Norte: 8674218
- Este: 299962

3.2. Tipo de investigación

Landeau (2007) menciona que existen distintos tipos de investigaciones y que son utilizados de acuerdo a lo que el autor de estas persigue. Se organiza por su finalidad, encontrándose el estudio puro y aplicado; según su carácter está el estudio exploratorio, descriptivo y correlacional y según su naturaleza se encuentra el estudio cualitativo y cuantitativo (Landeau, 2007). En este trabajo de investigación, según su finalidad se realizará la investigación aplicada, ya que se empleará el conocimiento ya adquirido para tratar de solucionar el problema de degradación de ecosistemas como es el caso del Humedal de Santa Rosa-Chancay, utilizando técnicas particulares, compostaje. Según su carácter, se realizará una investigación correlacional, ya que se analizará los factores con algunas condiciones que se encuentren en los sistemas de compostaje. Se estudiará su comportamiento. (Salkind, 1999) Nos menciona que, para una investigación correlacional adecuada, se puede dar una investigación experimental, como es el caso de este trabajo. Con respecto a su naturaleza, la investigación es de manera cuantitativa.

3.3. Diseños utilizados en la investigación

Para el presente trabajo se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), conformado por 4 tratamientos (tabla 5) con 3 repeticiones para la etapa de compostaje.

En la etapa de siembra también se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA), conformado por 5 tratamientos con 3 repeticiones (tabla 6).

Tabla 5.

Tratamientos en el sistema de compostaje

Código	Tratamiento
T1	Sistema de compostaje con jacinto de agua y melaza
T2	Sistema de compostaje con jacinto de agua
T3	Sistema de compostaje con lechuga de agua y melaza
T4	Sistema de compostaje con lechuga de agua

Tabla 6.

Tratamientos en la etapa de siembra

Código	Tratamiento
--------	-------------

JC	Compost de jacinto de agua y melaza
JS	Compost de jacinto de agua
LC	Compost de lechuga de agua y melaza
LS	Compost de lechuga de agua

3.4. Materiales y equipos

3.4.1. Material experimental

- Se extrajo del Humedal Santa Rosa 7 carretillas de jacintos de agua y lechugas de agua para ser usados como biomasa.
- Melaza 2lt
- Semillas de rábano

3.4.2. Instrumentos y herramientas

- Tamizador
- Cajas de frutas para las camas de compost
- Rastrillo
- Picadora
- Carretilla
- Machete
- Contenedores

3.4.3. Otros equipos y materiales de campo

- Guantes de caucho
- Botas
- Dr.meter 2s10 Higrómetro Medidor De Humedad Sensor Para J
- Medidor de pH 4 en 1 Humedad, Intensidad Solar y Temperatura SKU: 1105

- Pulverizador/bomba de alta presión 5L

3.4.4. Materiales de escritorio

- Cámara fotográfica
- Computadora portátil
- Cuaderno de campo

3.5. Procedimiento experimental

Se realizó en 3 etapas (Anexo 2): Obtención de materia prima, proceso de compostaje y siembra de rábanos.

3.5.1. Procedimiento para la obtención de materia orgánica

3.5.1.1. Extracción de materia prima

La materia prima que se utilizó para el proceso de compostaje fue la lechuga de agua y jacinto de agua del Humedal Santa Rosa. Se extrajo el equivalente de 7 carretillas con ayuda del rastrillo. Posteriormente fueron trasladados hasta el área de compostaje (Anexo 4).

3.5.1.2. Preparación de la materia prima antes del compostaje

Las especies vegetales que se utilizaran en el proceso de compostaje, se dejaron escurriendo el contenido de agua durante 5 días. Posteriormente estas se trituraron utilizando labores manuales para acelerar el proceso de compostaje (Anexo 5).

3.5.2. Proceso de compostaje

3.5.2.1. Preparación de unidades compoteras

Se recolecto cajas de frutas de 0.4m x 0.4m y 0.2m de profundidad (Figura 6) y se las forro con una manta plástica azul, ya que las cajas utilizadas tienen aberturas.

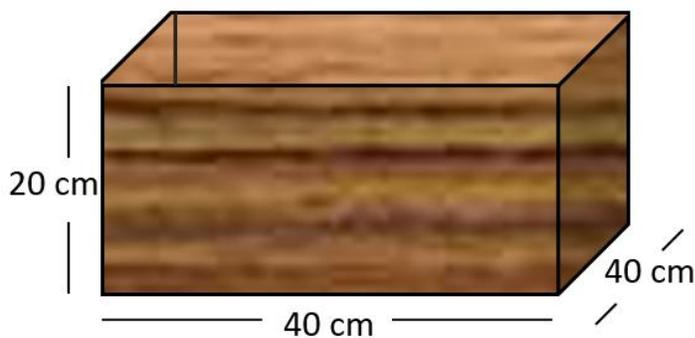


Figura 6. Sistema de compostaje

3.5.2.2. Preparación y distribución de pilas

Se pesó 3kg de materia vegetal y se dispuso en cada unidad. Algunas de estas fueron mezcladas homogéneamente con melaza (200ml) (Tabla 7). La melaza se colocó en las pilas el día 1 y 8 (Anexo 6). La distribución (Figura 7) se realizó en campo, en forma de pilas.

Tabla 7.

Tratamientos con melaza

Código	Tratamientos con mezclas
T1	Sistema de compostaje con jacinto de agua y melaza (200ml)
T3	Sistema de compostaje con lechuga de agua y melaza (200ml)

T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
T1R2	T2R2	T3R2	T4R2
T1R3	T2R3	T3R3	T4R3

Figura 7. Distribución de tratamientos

3.5.2.3. Manejo durante el proceso de compostaje

3.5.2.3.1. Aireación

El tipo de compostaje realizado en el trabajo de investigación fue el aerobio. Por ello la presencia de oxígeno era importante.

Se realizó el primer volteo a todas las unidades en el octavo día. Las unidades que presentaban melaza, se les volvió a colocar la misma cantidad de aditivo que la primera vez. Después de esto, se realizaron volteos cada dos días.

3.5.2.3.2. Regulación de la temperatura

Para el control de T°, se realizó riegos en cada volteo, dependiendo al requerimiento de las pilas.

3.5.2.3.3. Humedad

Durante el proceso de compostaje, se estuvo controlando la humedad de forma empírica, la técnica del puño que presentan (Sztern & Pravia, 1999) en su investigación “Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos”.

3.5.2.4. Toma de datos durante el proceso de compostaje

3.5.2.4.1. Temperatura

Se registró datos a las 10 a.m. desde el primer día de la instalación de los sistemas de compostaje. Para ello se utilizó el medidor de pH 4 en 1 Humedad, Intensidad Solar y Temperatura SKU: 1105, la medición se realizó en un punto de la pila, al centro.

3.5.2.5. Toma de muestras

Al término del proceso de compostaje (día 105), se tamizó todo el compost de las cajas sobre un tamiz de 1.cm² de abertura para obtener muestras homogéneas, resultando un proceso fácil por el tamaño de las pilas de esta investigación. Posteriormente se tomó 1kg de cada compost como muestras finales. Estas fueron rotuladas con especificaciones dadas por el laboratorio donde se llevarían para ser analizadas (Anexo 7).

3.5.2.6. Análisis de calidad de las muestras en el laboratorio

Con los resultados finales de los parámetros fisicoquímicos (pH, C.E dS/m, M.O%, N%, P205%, K2O%, CaO%, MgO%, Hd%, y Na%) obtenidos de los tipos de compost por el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (LASPAF), de la Universidad Agraria la Molina, se realizó la comparación con normas internacionales que determinan la calidad de compost: NCh 2880, NTC 5167 y OMS.

3.5.3. Procedimiento para el cultivo de Rábano

3.5.3.1. Acondicionamiento del área de cultivo

En esta parte del trabajo de investigación, se ubicó el terreno en la Universidad Peruana Unión. Luego se eliminó las malezas para que se pueda airear y mullir el suelo con facilidad (Anexo 9). Finalmente se realizó agujeros con una profundidad de 10 cm.

3.5.3.2. Distribución de los tipos de compost en el área de cultivo

La distribución (Figura 8) fue la misma que en el tratamiento de compostaje, en este caso sería con el producto de estos tratamientos, compost en los pozos realizados para la siembra.



Figura 8. Distribución del área de siembra

3.5.3.3. *Siembra de cultivo*

En este proceso de siembra se utilizó *Raphanus sativus* (Rábano). Se implanto las semillas directamente al suelo, a una profundidad de 1cm, 6 semillas con 5cm de distancia cada una. Se realizara el método de siembra directa, ya que el rábano es una hortaliza de semillas fuertes, resistentes a los cambios del clima (FAO, 2014).

3.5.3.4. *Manejo y control durante la siembra*

3.5.3.4.1. *Control de malezas*

En el intermedio del proceso de siembra, se retiró malezas manualmente para que no sea afectado el cultivo. (FAO, 2015) En su informe de manejo de malezas nos dice que estas causan efectos negativos en la agricultura, ya que al crecer con los cultivos deseados, se realiza una competencia por los nutrientes, agua y luz.

3.5.3.4.2. *Riego*

Se realizó cada dos días los riegos

3.5.3.5. *Toma de datos de la cosecha*

3.5.3.5.1. *Altura de la planta*

Con la ayuda de una wincha, se midió la altura de la planta, desde la raíz hasta la inserción de la última hoja. Esta variable fue tomada a todos los rábanos cosechados de cada pozo.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se presentará los resultados obtenidos de la etapa de proceso de compostaje y siembra de rábanos. En la primera, los parámetros obtenidos en campo durante el proceso de compostaje y los resultados de análisis de laboratorio de los tipos de compost obtenidos. La segunda, los resultados obtenidos de la aplicación de los tipos de abonos en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano).

4.1. Proceso de compostaje

4.1.1. Tiempo de descomposición de compost

La investigación para realizar abono orgánico duro 15 semanas, desde marzo hasta julio del presente año en 3 etapas. La primera fue la obtención de materia prima realizada en el mes de marzo (19/03/2019). La segunda etapa fue el proceso de compostaje que se realizó de marzo a julio (25/03/2019 - 7/07/2019). La tercera etapa de siembra de rábanos se realizó en los meses de julio a agosto (14/07/2019 - 13/08/2019).

4.1.2. Compost obtenido (cantidad)

Al inicio del trabajo de investigación se colocó en cada cama 3kg de especies invasoras. Al finalizar en todos los procesos se redujo 2.5kg.

4.1.3. Resultado durante el proceso de compostaje

4.1.3.1. Análisis de la temperatura

El siguiente gráfico muestra las temperaturas obtenidas de los 4 tipos de compost en todo el proceso de compostaje. Todas fueron tomadas a las 10 a.m.

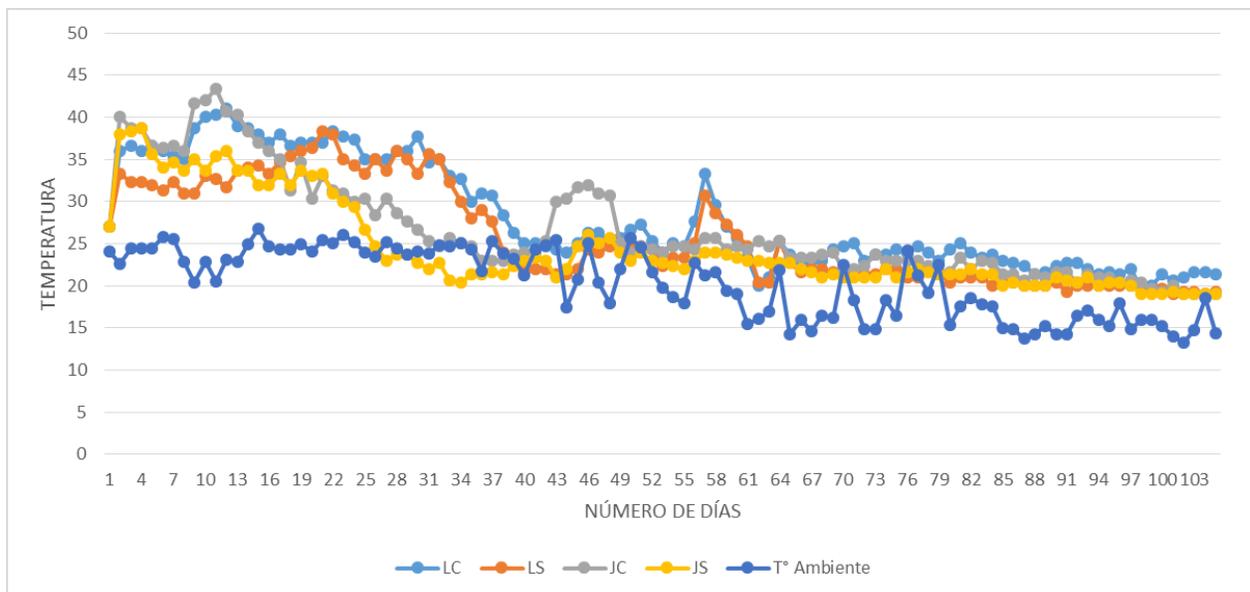


Figura 9. T° en el proceso de compostaje

El proceso de compostaje comenzó el 25 de marzo, ya se tenían las pilas listas y se procedió a tomar la temperatura. Todos los tipos de pilas presentaron una temperatura de 27°C, mientras que la temperatura del ambiente fue de 24°C.

Los resultados de la conducta de la temperatura durante el proceso de compostaje de los distintos tipos de materia orgánica: Lechuga con melaza, lechuga sin melaza, jacinto con melaza y jacinto sin melaza. Presentaron un comportamiento rápido. Esto ocurre por la acción bacteriana, determinando una elevada temperatura, dando inicio a la etapa de termófila al día siguiente iniciado la investigación (Martínez, Miglierina, & Luna, 2008).

En la Figura 10 se presenta las temperaturas del tipo de compost con jacinto de agua utilizando con y sin melaza.

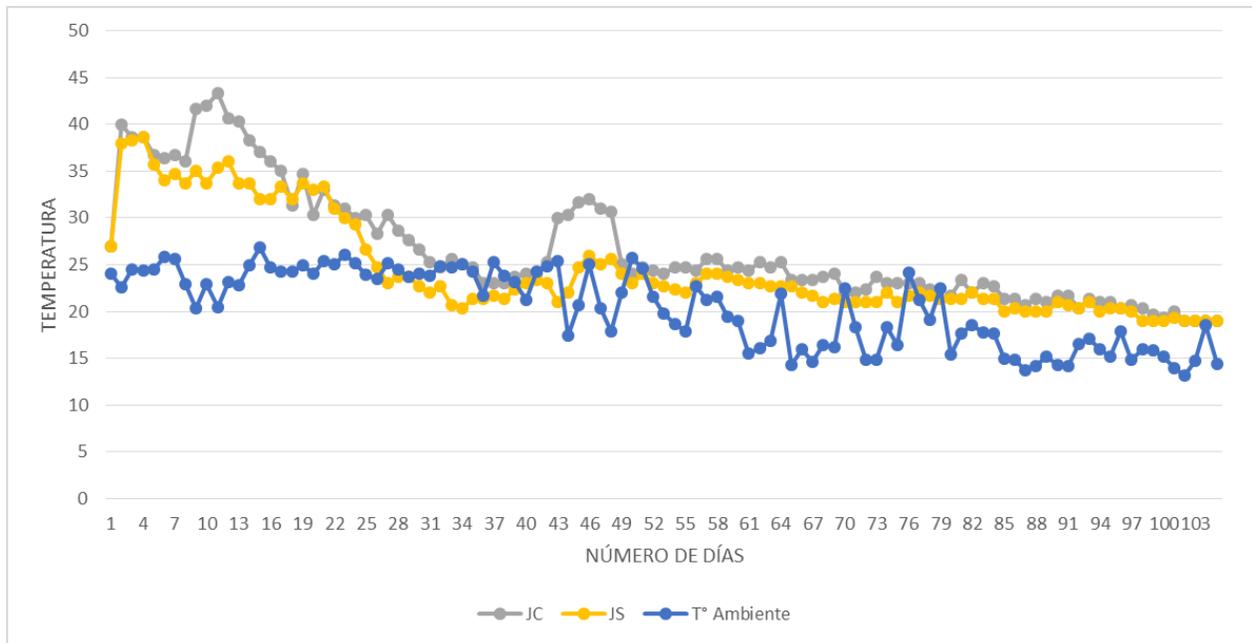


Figura 10. T° en el proceso de compostaje de los tratamientos con jacinto de agua

En el octavo día, los compost de jacinto de agua mostraron una diferencia, ya que una de ellas presentó melaza, aumentando su temperatura de 36°C a 42°C. Mientras que el compost de jacinto de agua sin melaza siguió con temperaturas de 35°C. (Galindo & Jerónimo, 2005) Refieren que la melaza generara más calor, ya que acelera el producto microbiano y esto es una actividad que libera calor.

En la Figura 11 presenta las temperaturas del tipo de compost con lechuga de agua utilizando con y sin melaza.

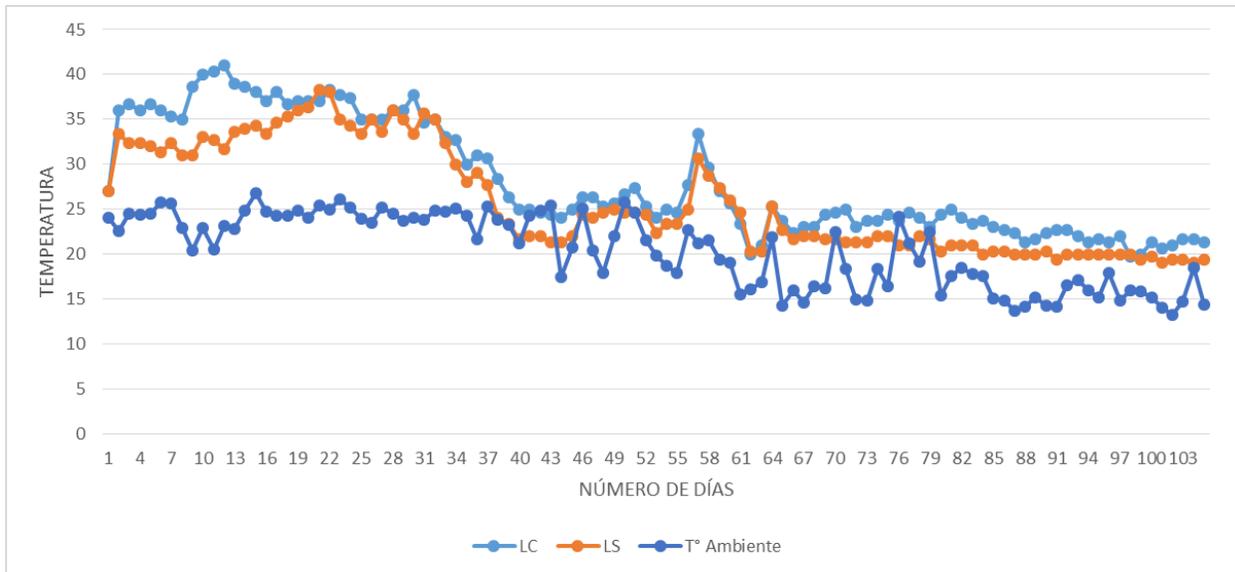


Figura 11. T° en el proceso de compostaje de los tratamientos con lechuga de agua

En el compost utilizando lechuga con melaza, los primeros días (15 días) mostraron valores de 27°C – 43°C en la fase mesófila y termófila. Donde la presencia de bacterias y hongos existían, por las elevadas temperaturas. En la mitad del proceso presentaron temperaturas que ivan desde 43°C hasta los 19°C. Sin embargo, por motivo de un tipo de clima cambiante, no se tuvo una curva de descenso perfecta.

(Martínez, Miglierina, & Luna, 2008) Mencionan que los pequeños volúmenes que se utilizaron en la investigación, facilitaron la difusión del calor.

El compost que se utilizó lechuga de agua como materia prima, nos muestra un patrón de comportamiento durante todo el proceso. Sin embargo, a diferencia del compost de lechuga de agua con melaza, no se tiene un elevado incremento de temperatura en los primeros días de la investigación. Los tipos de compost de lechuga de agua tienen menor T° en los primeros días en comparación del compost de jacinto de agua, ya que ellas comienzas su ascenso en días posteriores llegando a 41°C el compost de lechuga de agua con melaza y 38°C el compost de lechuga de agua sin melaza.

El compost utilizando como materia orgánica jacinto de agua con melaza la mayor T° de todos los tipos de compost utilizados. Este al segundo día de iniciado el proceso de compostaje su temperatura fue de 27°C a 40°C. (Martínez, Miglierina, & Luna, 2008). Nos dicen que este tipo de compost logro una esterilización efectiva de patógenos, ya que se alcanzó la mejor temperatura al segundo día.

4.1.4. Resultado de análisis de laboratorio de los tipos de compost

Se expondrá los resultados de laboratorio de los productos finales de los procesos de compostaje y evaluación con normas internacionales de calidad.

4.1.4.1. Análisis de la humedad

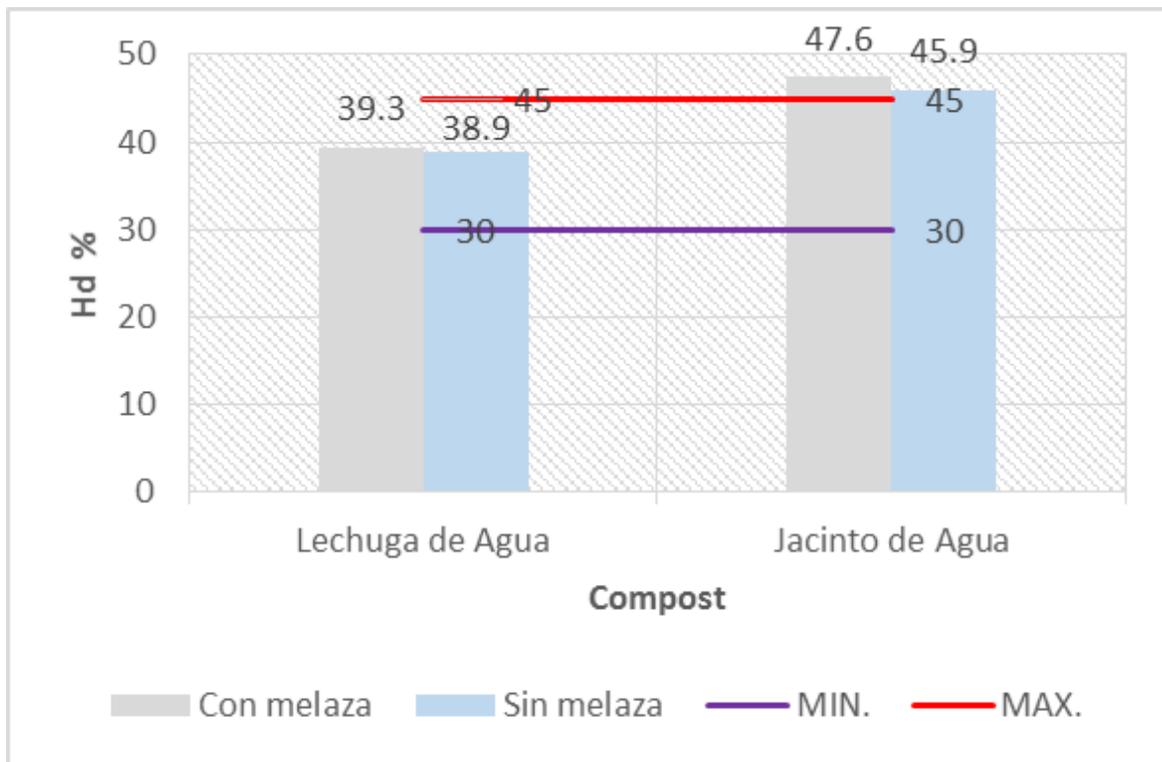


Figura 12. Hd % de los tipos de compost y rango según NCh 2880

Los resultados de humedad final de los compost para determinar la calidad según la NCh 2880 (Figura 12), nos dice que el compost de lechuga de agua presentó calidad, ya que se

encontraron dentro del rango 30 – 40 % que debería tener de humedad un compost, siendo 39.3% para el compost de lechuga de agua con melaza y 39.9% el compost de lechuga de agua sin melaza. Sin embargo, el compost de jacinto de agua con y sin melaza supera el rango permitido por la norma chilena, con 47.6% el compost de jacinto de agua con melaza y 45.9% el que no se usó melaza. Siendo estos los que no tienen una óptima humedad de compost. Al igual que si comparamos los dos grupos, el que presentó mejor calidad, fueron los compost de lechuga de agua.

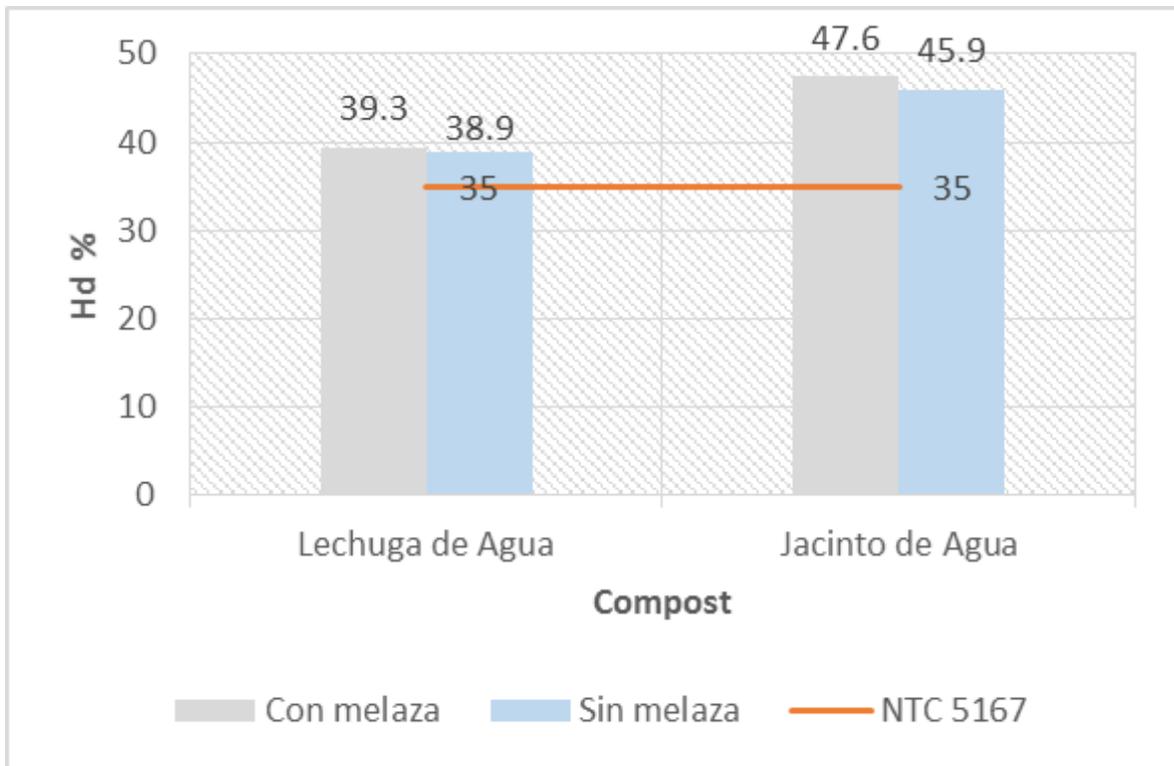


Figura 13. Hd % de los tipos de compost y rango según NTC 5167

Los resultados de humedad final de los compost para determinar la calidad según la NTC 5167 (Figura 13), nos dice que ni uno de los grupos de compost presentaron calidad, ya que no presentaron 35% de humedad, si no que superaron ese porcentaje. Los compost de lechuga de agua

con y sin melaza presentaron 39.3% y 38.9% respectivamente. Mientras que los de compost de Jacinto de agua con y sin melaza presentaron 47.6% y 45.9% respectivamente.

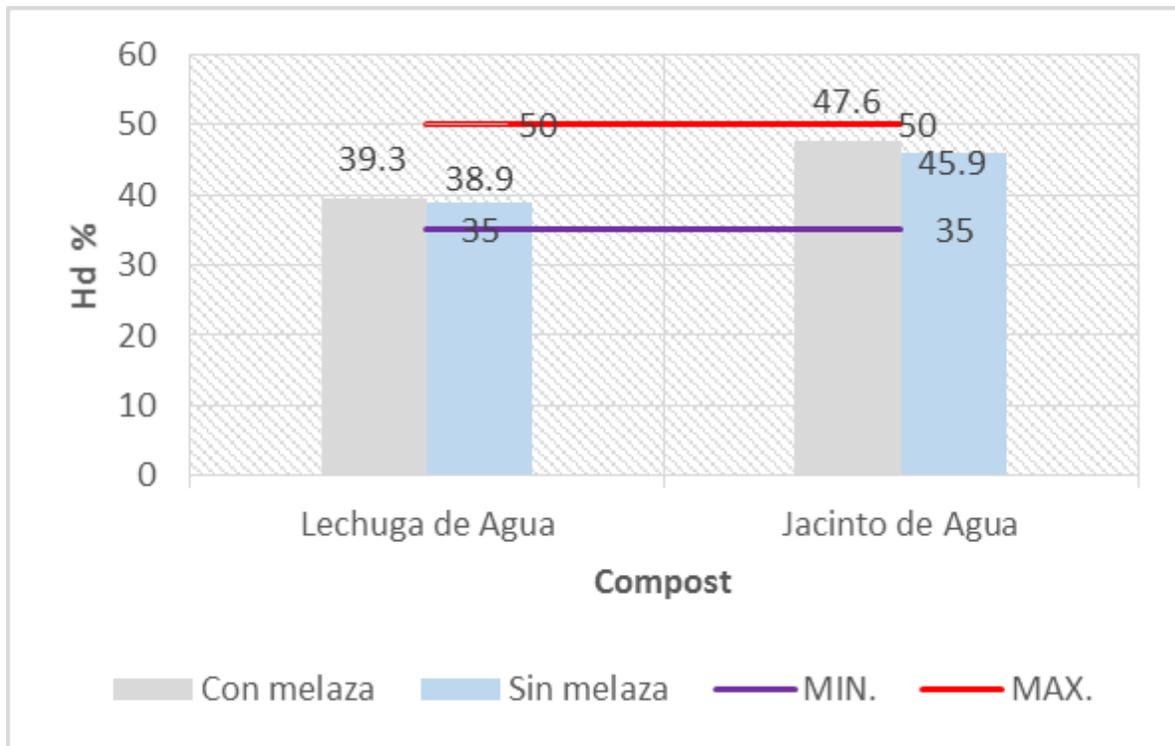


Figura 14. Hd % de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de humedad final de los compost para determinar la calidad según la OMS (Figura 14), nos dice que los grupos de compost de jacinto de agua y lechuga de agua presentaron porcentajes de humedad dentro del rango que determina la calidad, 35% - 50% de humedad.

El agua es imprescindible en el proceso de compostaje, ya que es un medio de transporte de sustancias solubles hacia las células. Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica. La humedad óptima dependerá del material compostado, si la humedad se encuentra en un equilibrio, se dice que en su poros poder recepcionar aire, agua (Marquez, Díaz, & Cabrera, 2014).

En los resultados de los dos tipos de materia compostada jacinto de agua y lechuga de agua, contienen altos niveles de humedad. Siendo la primera de mayor porcentaje. (Gunnarsson &

Petersen, 2017) nos dicen que el jacinto de agua está compuesto básicamente por agua, 90.4% de humedad y 9.6% de materia seca.

4.1.4.2. Análisis de pH

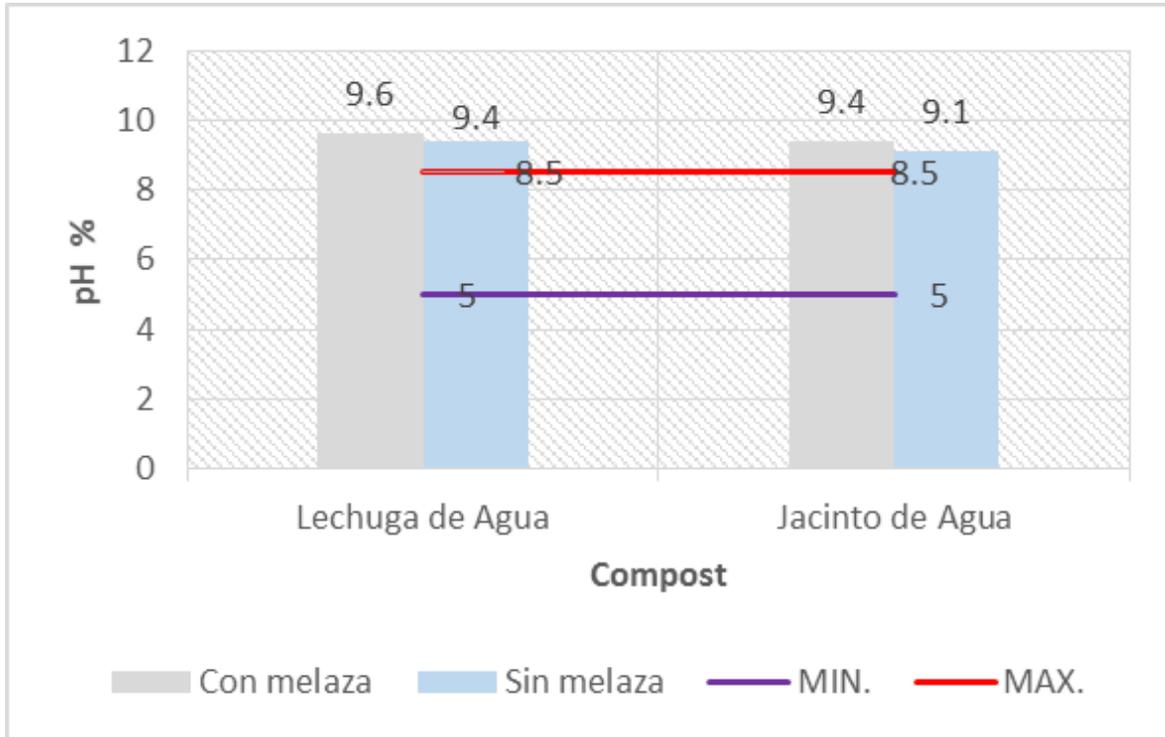


Figura 15. pH % de los tipos de compost y rango según NCh 2880

Los resultados de pH final de los compost para determinar la calidad según la NCh 2880 (Figura 15), deberían estar en un rango de 5 a 8.5. Sin embargo, ningún tipo de compost cumplió para determinar que sean de calidad para el parámetro de pH. Los del grupo de lechuga de agua, el que tiene melaza presente 9.6 y 9.4 el que no presentaba. Mientras que el grupo de compost de jacinto de agua, 9.4 el que contenía melaza y 9.1 el que no presentaba. Comparando los dos grupos con condiciones iguales, lechuga de agua con melaza y jacinto de agua con melaza, el que presento mayor pH fue la primera con 9.6.

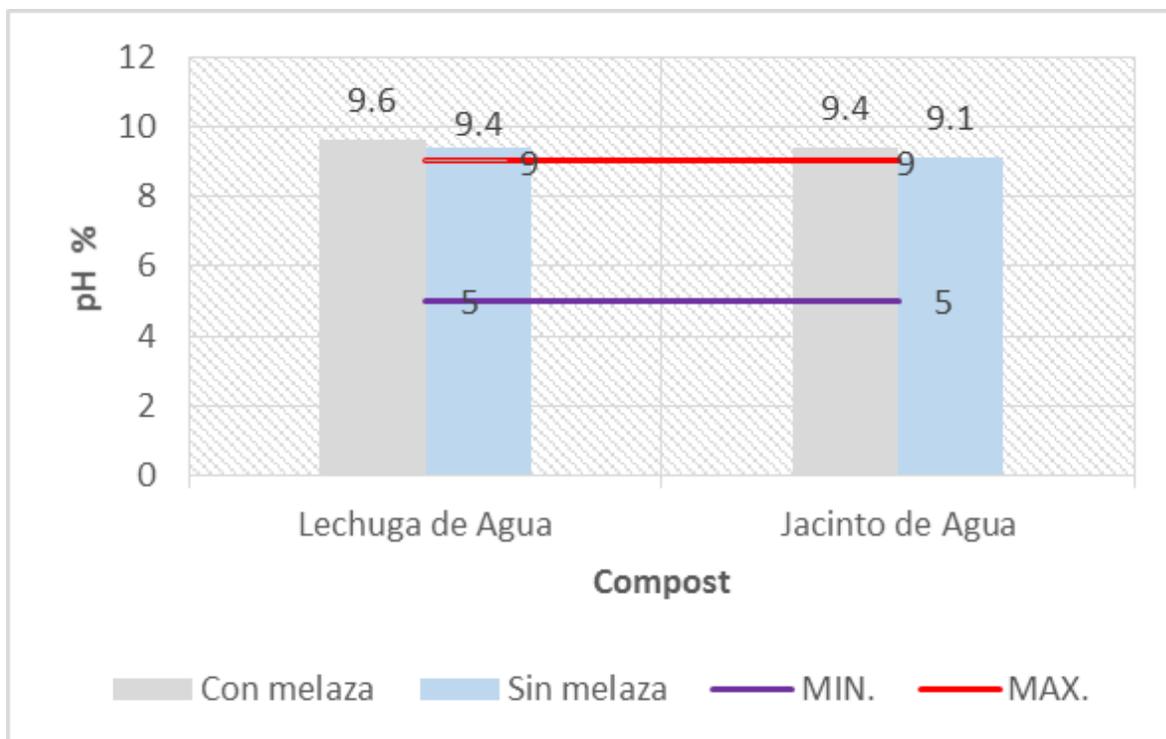


Figura 16. pH % de los tipos de compost y rango según NTC 5167

Los resultados de pH final de los compost para determinar la calidad según la NTC 5167 (figura 16), deberían estar en un rango de 5 a 9. Sin embargo, ningún tipo de compost cumple para determinar que sean de calidad para el parámetro de pH. Los del grupo de lechuga de agua, el que presentaba melaza es de 9.6 y 9.4 el que no presentaba. Mientras que el grupo de compost de jacinto de agua, 9.4 el que contenía melaza y 9.1 el que no presentaba. Comparando los dos grupos con condiciones iguales, lechuga de agua con melaza y jacinto de agua con melaza, el que presenta mayor pH es la primera con 9.6.

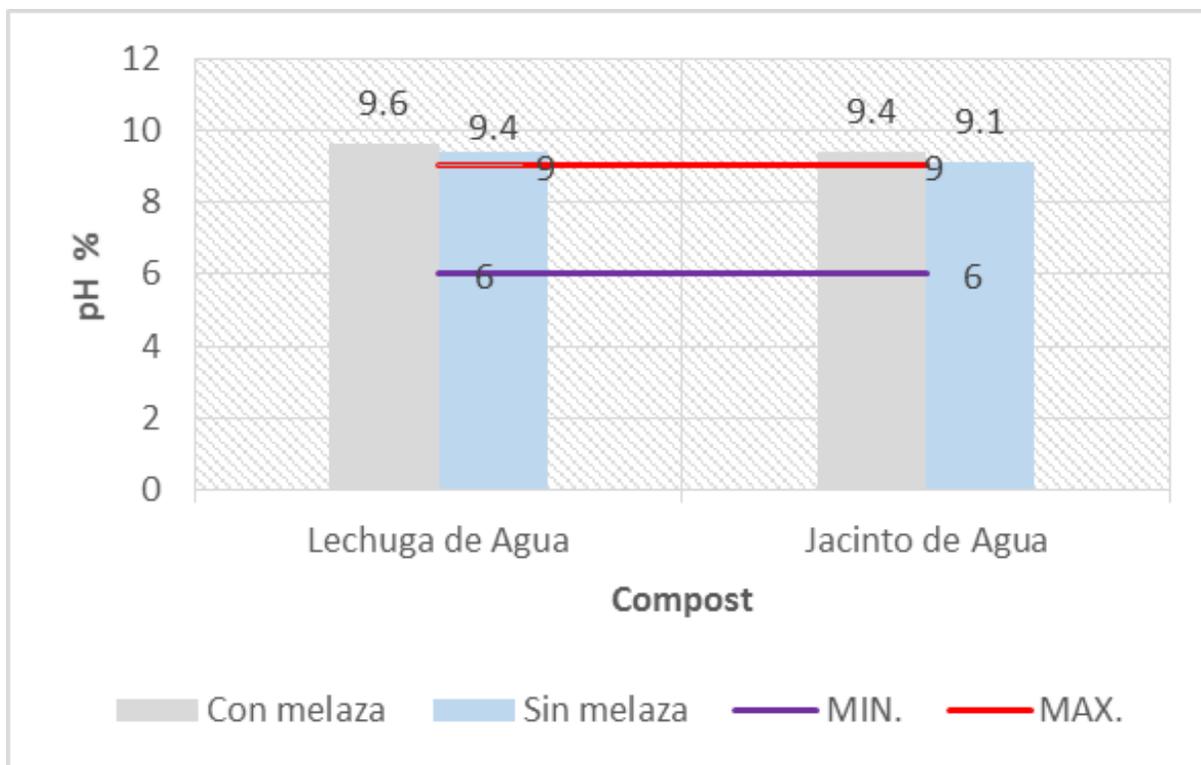


Figura 17. pH % de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de pH final de los compost para determinar la calidad según la OMS (Figura 7), deberían estar en un rango de 6 a 9. Sin embargo, ningún tipo de compost cumple para determinar que sean de calidad para el parámetro de pH.

(Costa, 1995) En su libro “Residuos orgánicos urbanos: manejo y utilización” nos menciona que el compostaje puede desarrollarse dentro de un amplio rango de pH, se consideran como óptimos los valores de pH comprendidos entre 5 y 8 (Costa, 1995).

Todos los resultados comparando con las normas de calidad, nos indican el elevado pH en las muestras de compost que presentan melaza. Cabe resaltar que todas las muestras contienen un resultado elevado pH, ya que las especies invasoras utilizadas en este proyecto, se extrajeron de un humedal muy cerca al mar.

(Roman, Martínez, & Pantoja, 2013) Nos dicen que cuando el compost resultante tenga un pH mayor a 8.5, una de las causas es el exceso de nitrógeno de la materia prima utilizada en el proceso de compostaje, utilizando estructurantes para su control. Siendo las plantas invasoras utilizadas en este proyecto, estas son captadoras de nitrógeno, por ende están compuesta de nitrógeno (Lagos, 2005).

4.1.4.3. Resultado de materia orgánica

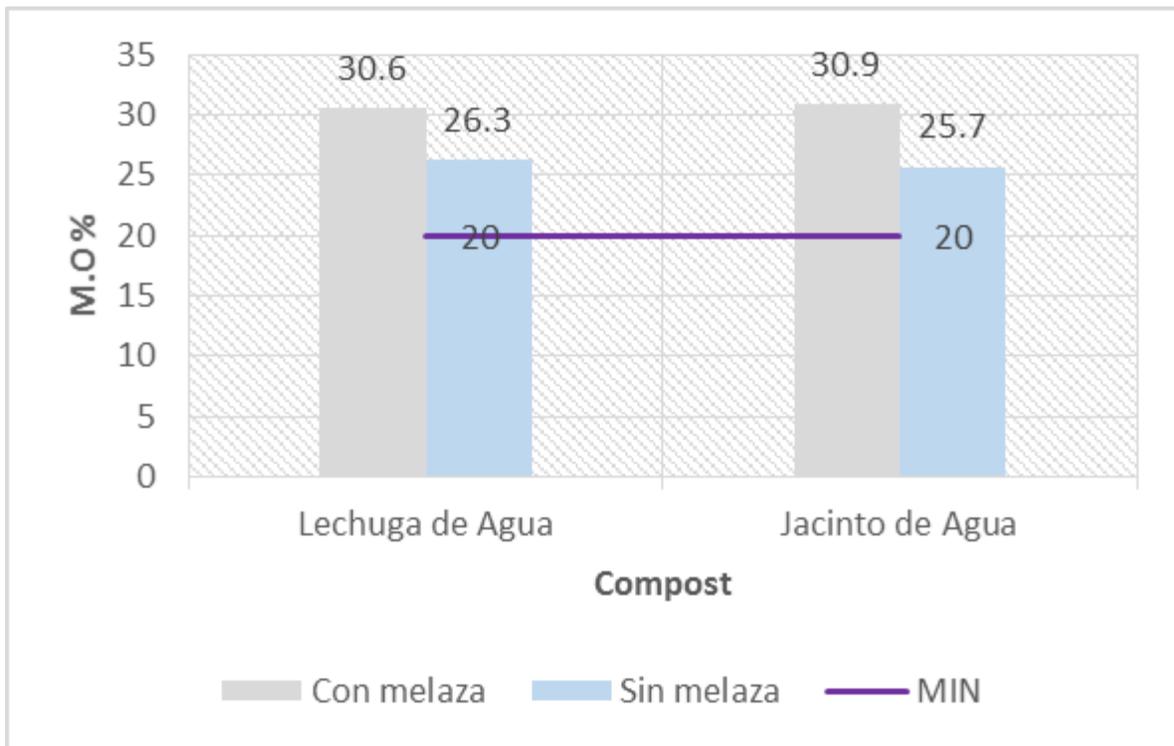


Figura 18. M.O % de los tipos de compost y valor mínimo según NCh 2880

Los resultados de M.O% final de los compost para determinar la calidad según la NCh 2880 (Figura 18), deberían ser superiores al valor de 20%. Los dos grupos cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor M.O% es el que presenta melaza, 30.6%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, que presenta mayor M.O% es el compost de jacinto de

agua, con 30.9%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado es la lechuga de agua con 30.6%

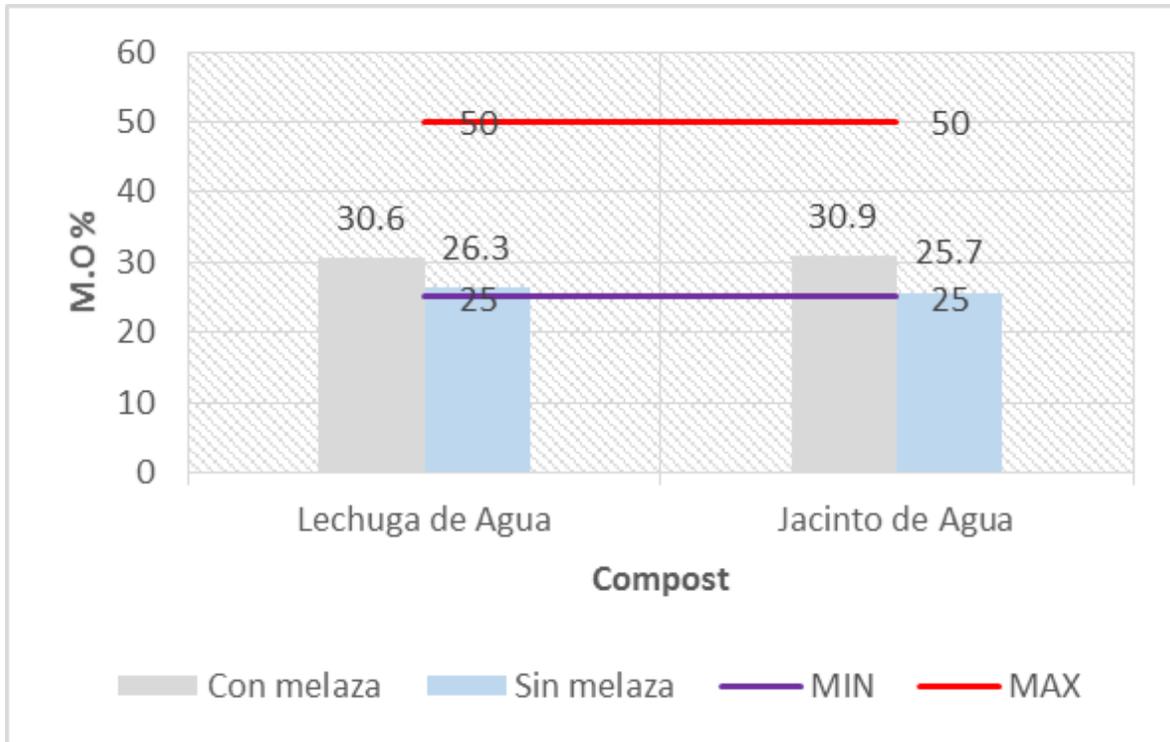


Figura 19. M.O % de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de M.O% final de los compost para determinar la calidad según la OMS (figura 19), deberían ser entre los rangos de 25% - 50%. Los dos grupos cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor M.O% es el que presenta melaza, con 30.6%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, que presenta mayor M.O% es el compost de jacinto de agua, con 30.9%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor valor del parámetro estudiado es la lechuga de agua con 30.6%.

4.1.4.4. Resultado de conductividad eléctrica

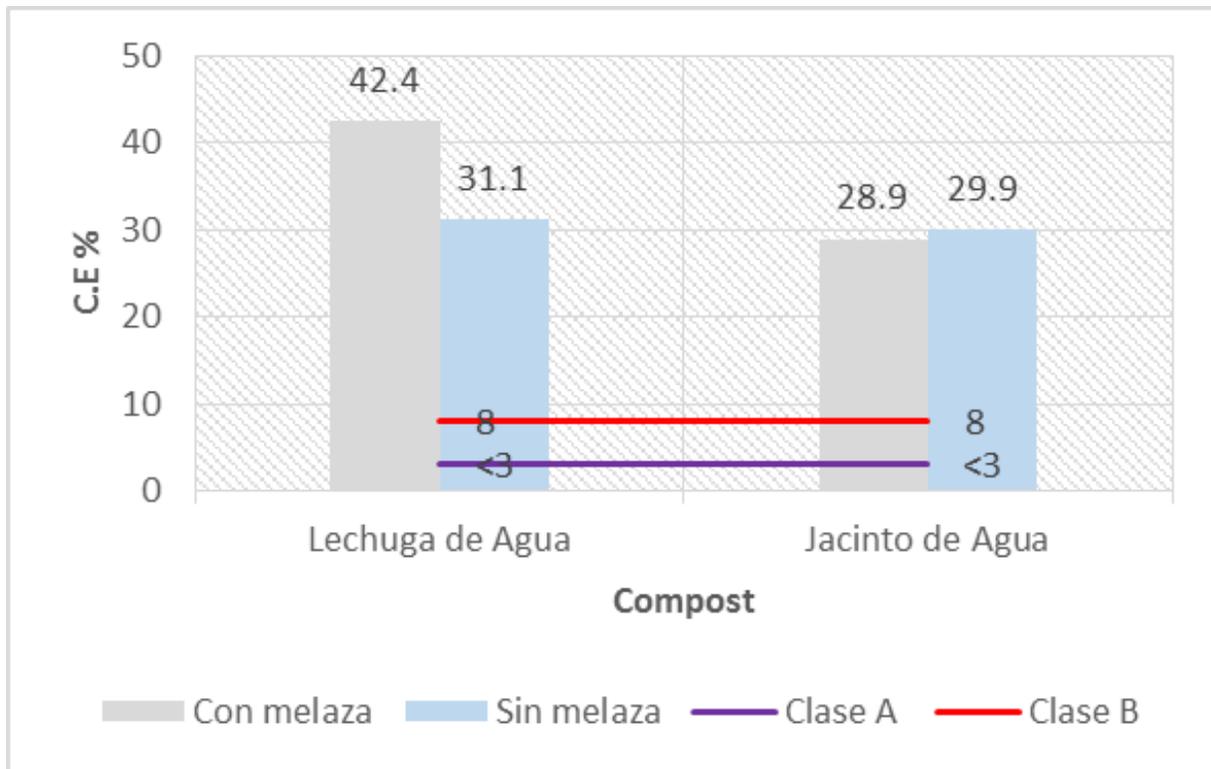


Figura 20. C.E % de los tipos de compost y valor máximo según NCh 2880

Los resultados de C.E% final de los compost para determinar la calidad según la NCh 2880 (Figura 20), deberían ser para la clase A menores que 3% y para la clase B menores o igual que 8%. Los dos grupos no cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor C.E% es el que presenta melaza, con 42.4%. En el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor C.E% es el que no tiene melaza con 29.9%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua con melaza y jacinto de agua con melaza, es la primera con 42.4%.

(Puerta, 2007) Nos dice en su libro “Evaluación física, química y microbiológica del proceso del compostaje de residuos sólidos urbano, con microorganismos nativos y comerciales en el municipio de Venecia”, que la conductividad eléctrica de un compost estará determinada por la naturaleza y composición del material compostado, fundamentalmente por su concentración de

sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. (Barbaro, Karlanian, & Mata, 2014) Concuerdan con ello y es mejor tener una conductividad eléctrica con bajos valores, ya que facilita el manejo de fertilización, evitando problemas de fitotoxicidad.

Si bien el material a compostar determinará la conductividad eléctrica. Podemos determinar también que este material pudo absorber sales de su medio, ya que el Humedal Santa Rosa, Chancay se encuentra en una zona cerca al mar. (MOOC Agrotech, 2015) Nos dice que en un humedal, su principal componente es vegetal y este tendrá la capacidad de absorber sales o iones incorporándolos a sus tejidos. Trayendo como consecuente la disminución de la conductividad significativamente (Rincón & Millán, 2013).

4.1.4.5. Contenido de macroelementos

Estos parámetros son encontrados en la composición de las plantas, por ende, se encontraría en el compost producido (Barbaro, Karlanian, & Mata, 2014).

4.1.4.5.1. Resultado de nitrógeno total

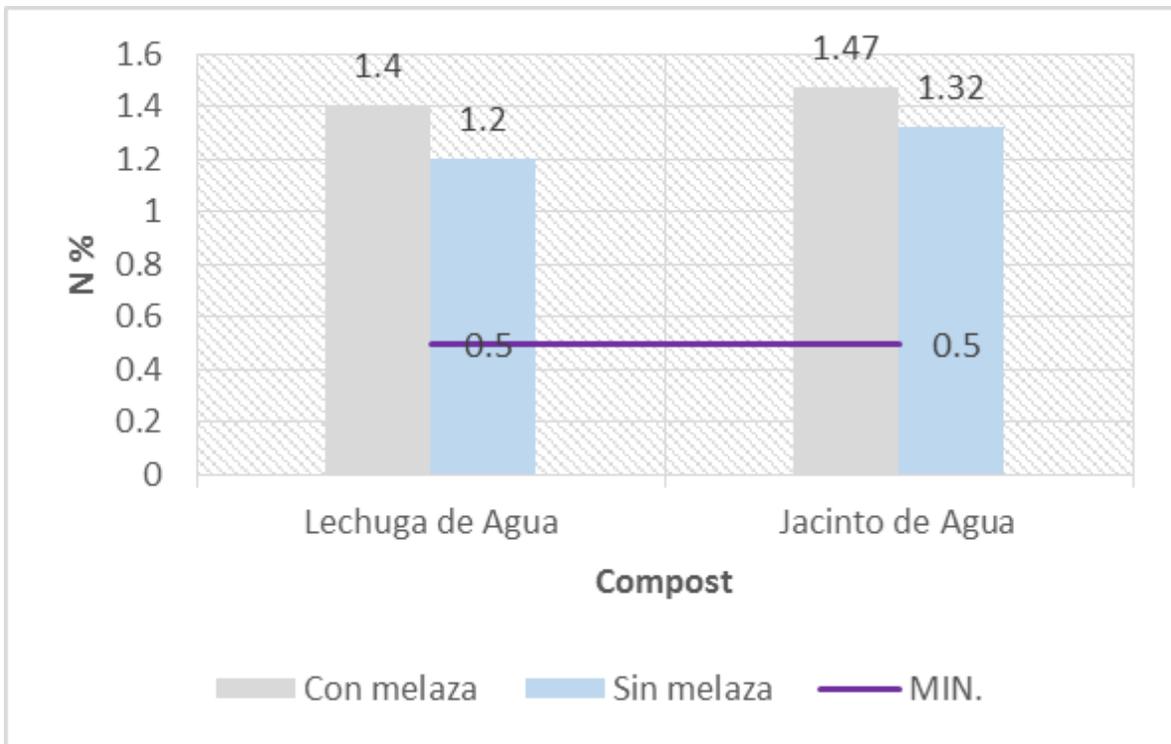


Figura 21. N % de los tipos de compost y rango según NCh 2880

Los resultados de N% final de los compost para determinar la calidad según la NCh 2880 (Figura 21), deberían ser superiores al valor de 0.5%. Los dos grupos cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor N% es el que presenta melaza, 1.4%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, que presenta mayor N% es el compost de jacinto de agua, con 1.47%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado en el compost de jacinto de agua con melaza y sin melaza es el primero con 1.4%.

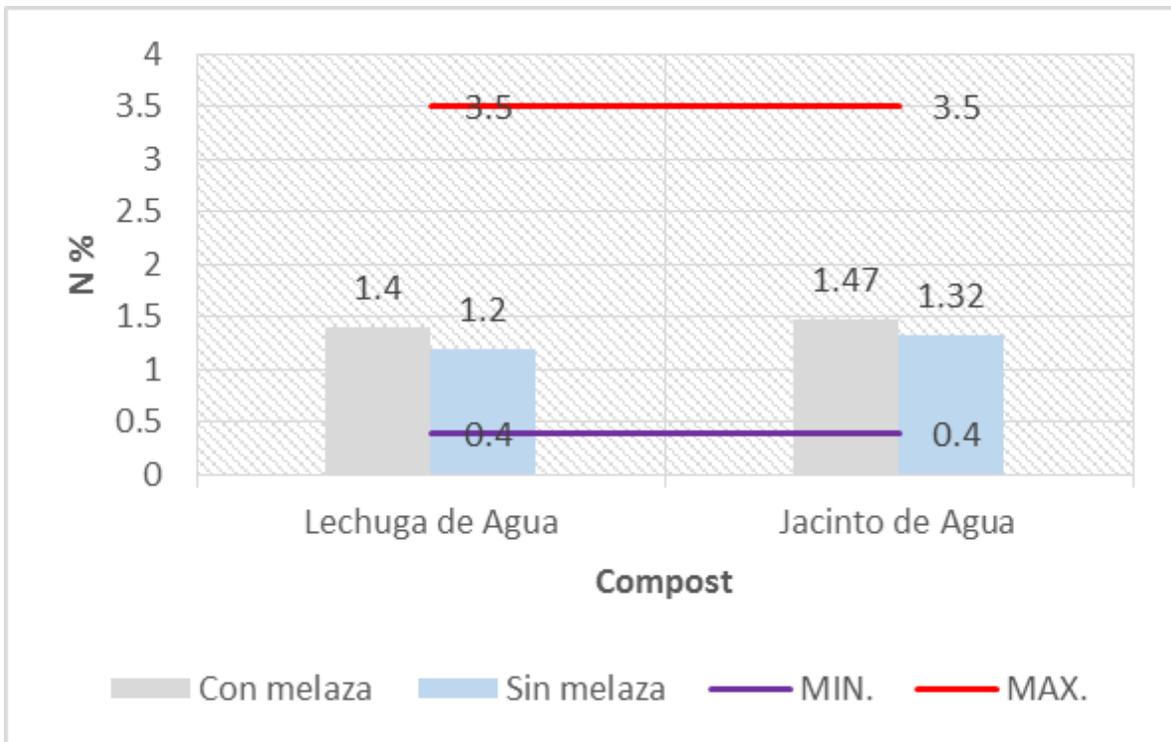


Figura 22. N % de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de N% final de los compost para determinar la calidad según la OMS (Figura22), deberían encontrarse en un rango de 0.4 – 3.5%. Los dos grupos cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor N% es el que presenta melaza, 1.4%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, que presenta mayor N% es el compost de jacinto de agua, con 1.47%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado en el compost de jacinto de agua con melaza y sin melaza es el primero con 1.4%. Esto puede estar influenciado por que la especie jacinto de agua es un gran captador de nitrógeno.

En nuestros resultados de nitrógeno presente en nuestro compost, para la OMS nos encontramos dentro de los parámetros permitidos. Sin embargo, contrastando los resultados con el rango presentado por la NCh 28880, se excede ligeramente.

Este proyecto pretende concientizar sobre el cuidado del Humedal Santa Rosa, evitar el crecimiento acelerado de plantas invasoras y en el momento de extracción de estas, utilizarlas como compost. Estas especies se originan por el exceso de nitrógeno en el cuerpo de agua, deteriorando la calidad del agua, los alimentos y los hábitats, y reduciendo el oxígeno que especies que habitan en el cuerpo de agua necesitan para vivir (EPA, 2016).

4.1.4.5.2. Resultado de P_2O_5 en el compost

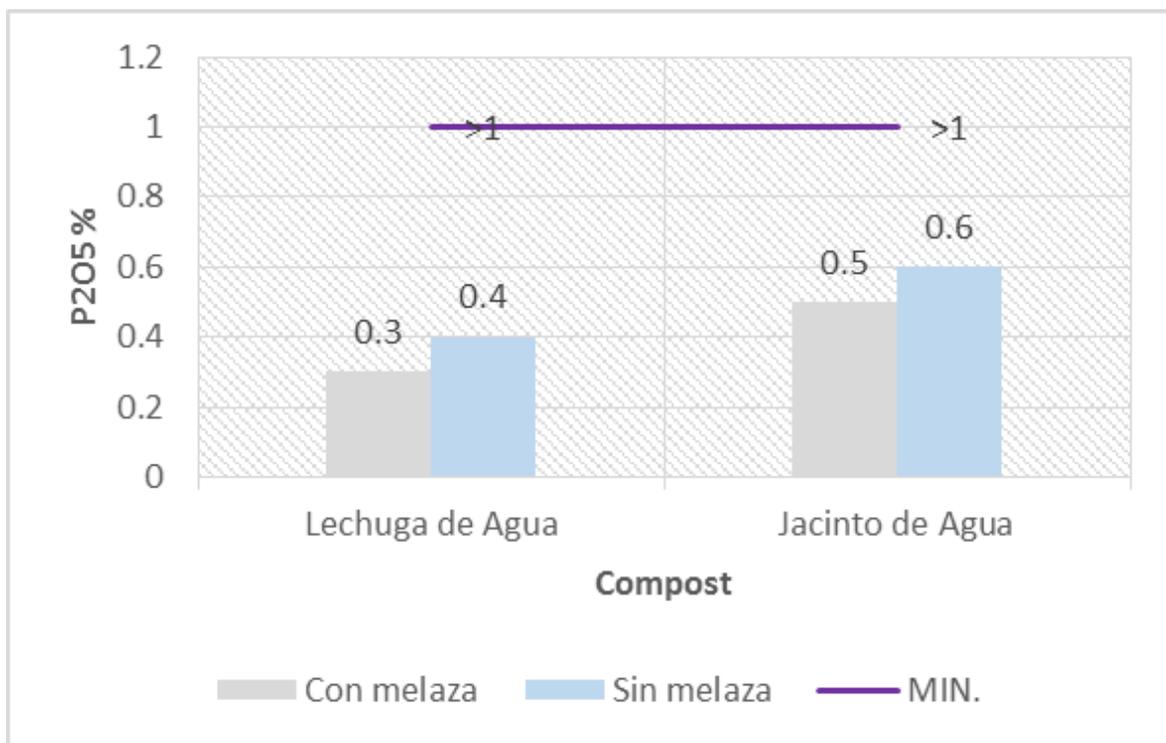


Figura 23. P_2O_5 % de los tipos de compost y valor mínimo según NTC 5167

Los resultados de P_2O_5 % final de los compost para determinar la calidad según la NTC 5167 (Figura 23), deberían encontrarse valores mayores o iguales que 1%. Los dos grupos no cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor P_2O_5 % es el que no presenta melaza, 0.4%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor P_2O_5 % es el compost de jacinto de agua sin melaza con 0.6%. Comparando los dos grupos, los

compost con condiciones guales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua sin melaza, es este último con 0.6%.

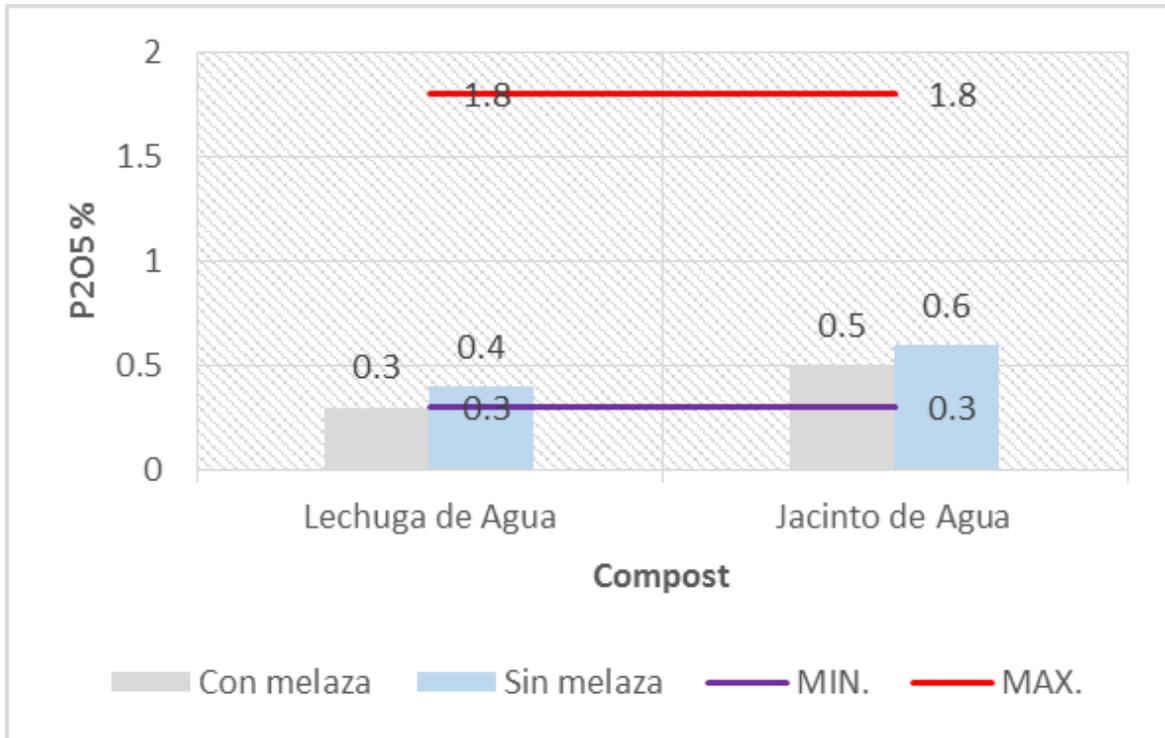


Figura 24. P₂O₅% de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de P₂O₅% final de los compost para determinar la calidad según la OMS (Figura 24), deberían encontrarse entre 0.3% y 1.8%. Los dos grupos cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor P₂O₅% es el que no presenta melaza, con 0.4%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor P₂O₅% es el compost de jacinto de agua sin melaza con 0.6%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones guales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua sin melaza, es este último con 0.6%

4.1.4.5.3. Resultado de K₂O n el compost

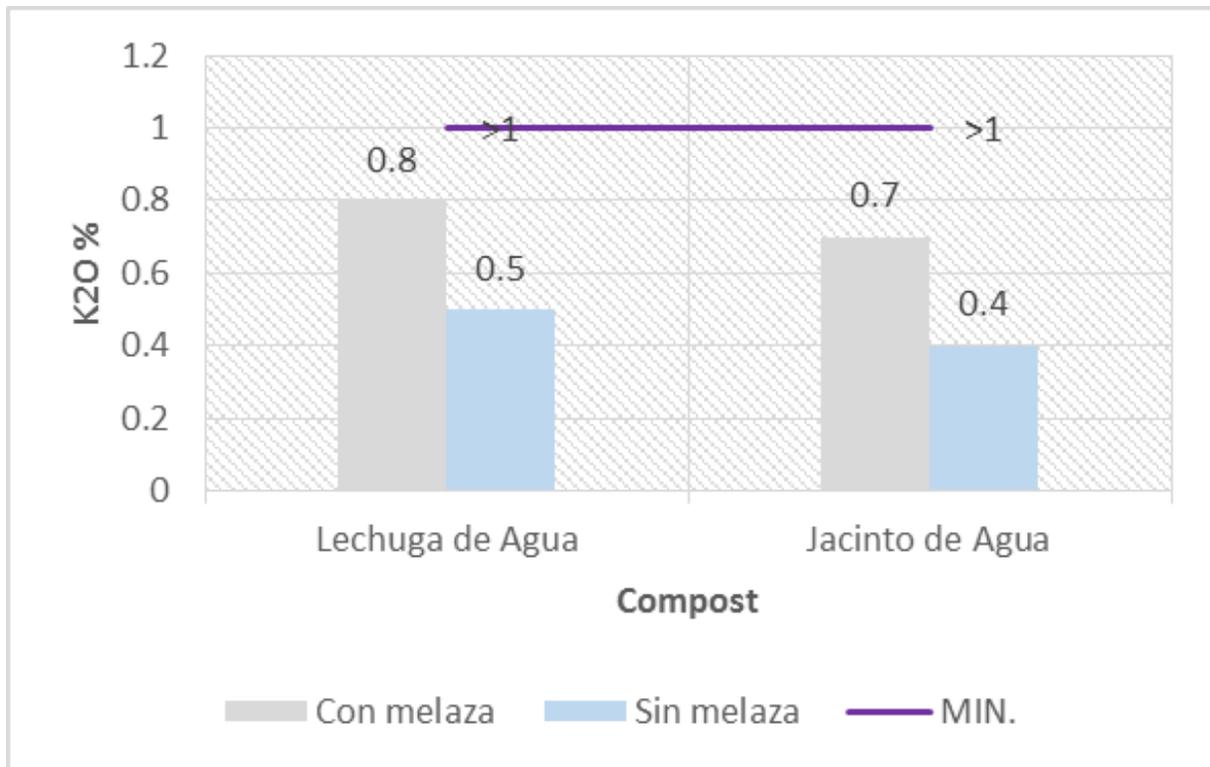


Figura 25. K₂O % de los tipos de compost y rango valor mínimo NTC 5167

Los resultados de K₂O% final de los compost para determinar la calidad según la NTC 5167 (Figura 25), deberían ser valores mayores o iguales a 1. Los dos grupos no cumplen con esto. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor K₂O % es el que presenta melaza, con 0.8%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor K₂O % es el compost de jacinto de agua con melaza con 0.7%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua sin melaza, es este último con 0.8%.

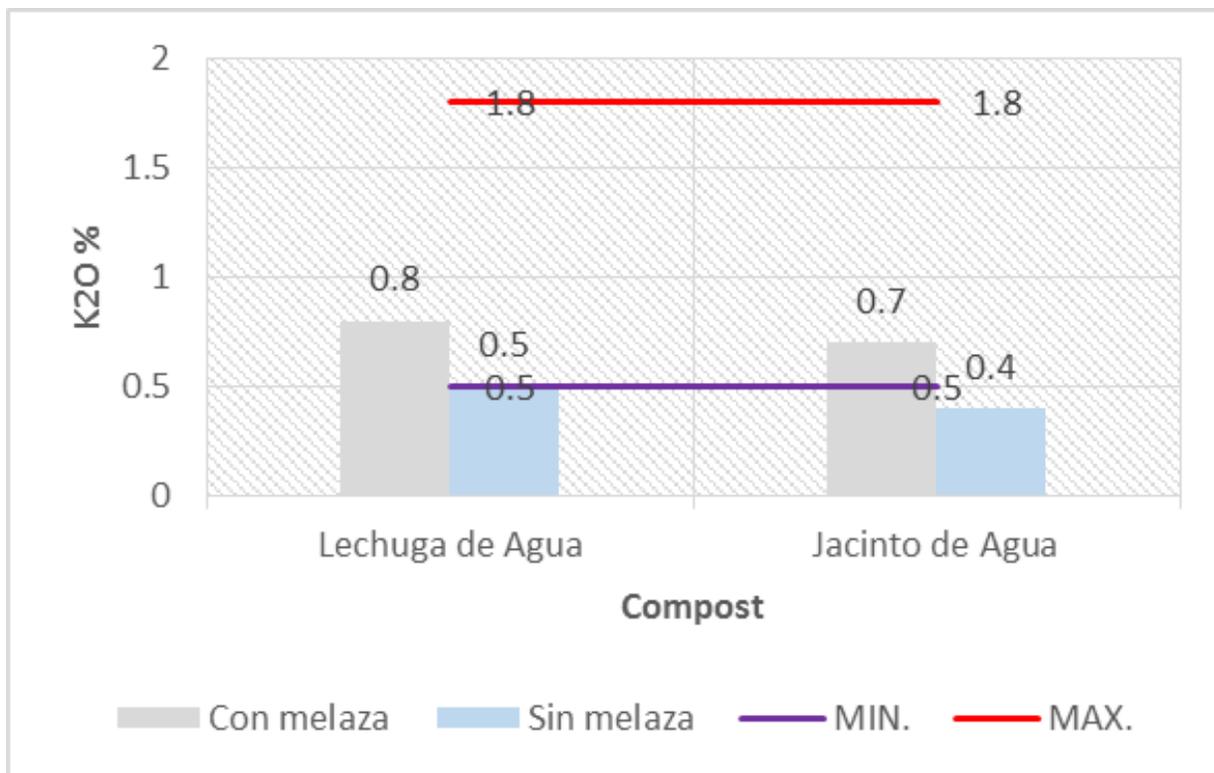


Figura 26. K_2O % de los tipos de compost y rango según OMS

Los resultados de K_2O % final de los compost para determinar la calidad según la OMS (Figura 26), deberían ser entre los valores de 0.5 – 1.8%. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor K_2O % es el que presenta melaza, con 0.8%. Al igual que en el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor K_2O % es el compost de jacinto de agua con melaza con 0.7%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones gualas. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua sin melaza, es este último con 0.8%.

4.1.4.6. Contenido de microelementos

4.1.4.6.1. Resultado de CaO en el compost

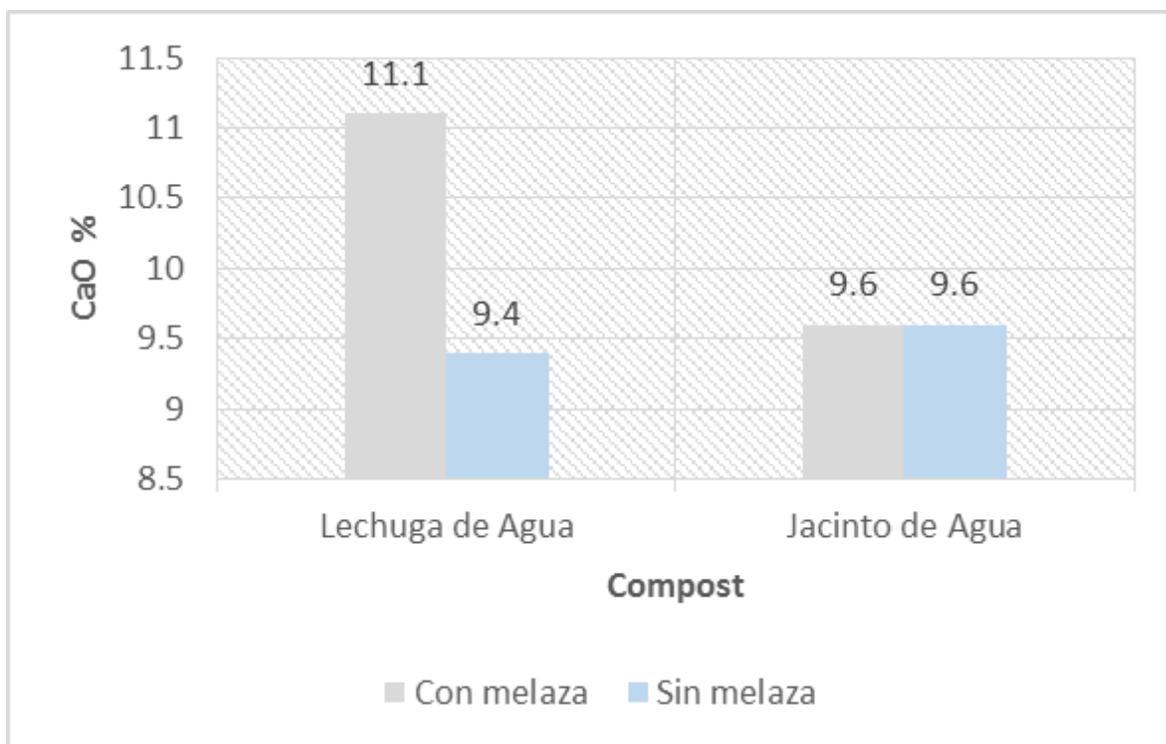


Figura 27. CaO % de los tipos de compost

Los resultados de CaO % final (Figura 27) de los compost no se compararon con las normas utilizadas en este trabajo de investigación, ya que no son mencionados en estos. Sin embargo, se realiza la comparación de estos dos grupos. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor CaO % es el que presenta melaza, con 11.1%. En el grupo de jacinto de agua, los dos tipos de compost presentan igual contenido de CaO%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua con melaza, el primero presentaría mayor CaO % con 11.1%.

4.1.4.6.2. Resultado de MgO en el compost

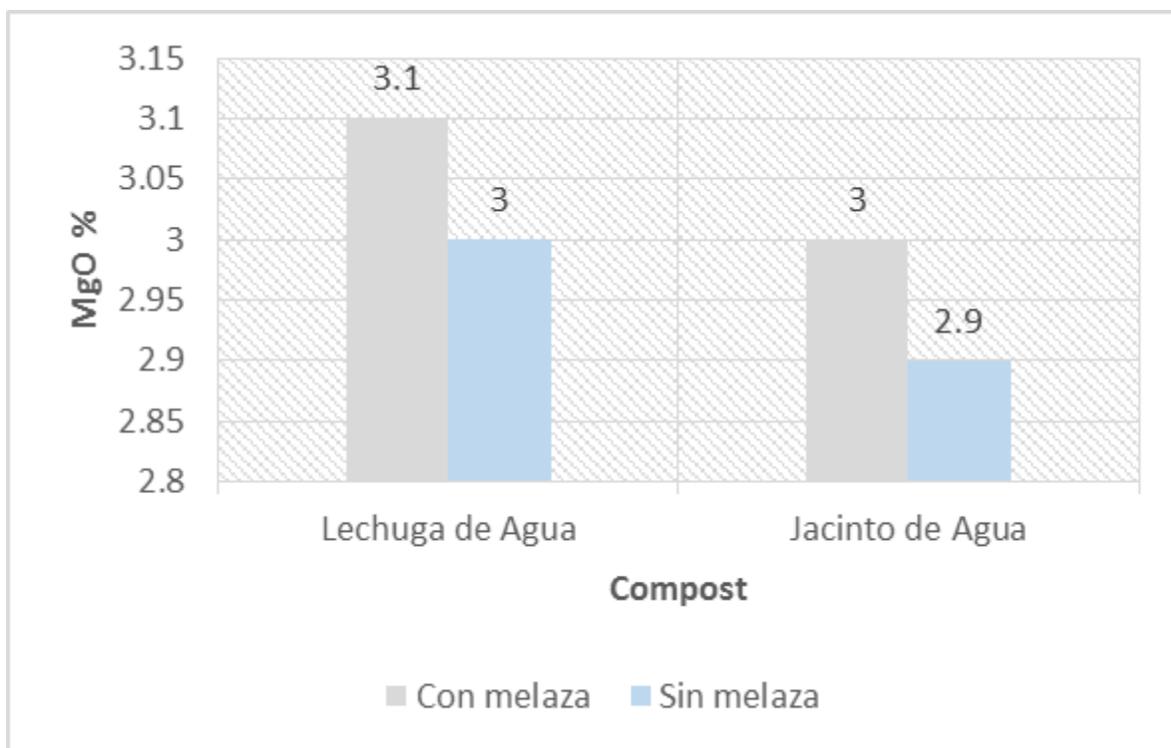


Figura 28. MgO % de los tipos de compost

Los resultados de MgO % final de los compost (Figura 28) no se compararon con las normas utilizadas en este trabajo de investigación, ya que no son mencionados en estos. Sin embargo, se realiza la comparación de estos dos grupos. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor MgO % es el que presenta melaza, con 3.1%. En el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor contenido de MgO % es el compost de jacinto de agua con melaza con 3%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua con melaza, el primero presentaría mayor MgO % con 3.1%.

4.1.4.6.3. Resultado de Na en el compost

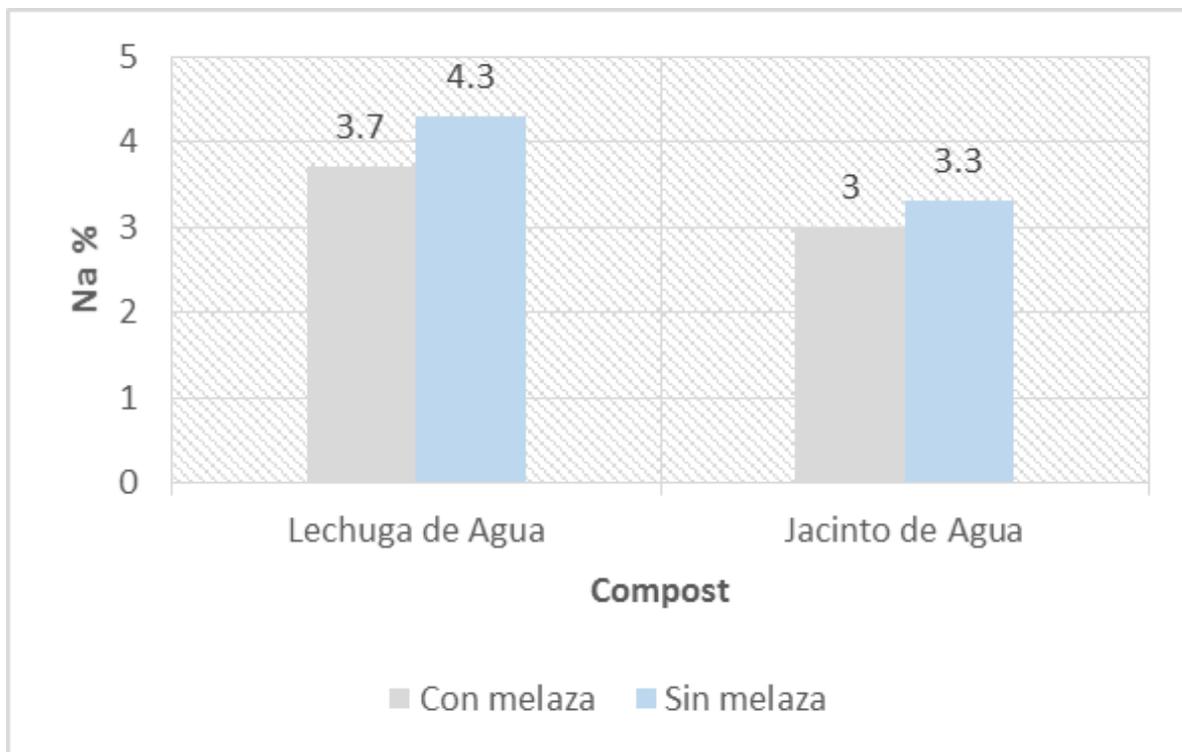


Figura 29. Na% de los tipos de compost

Los resultados de Na % final de los compost (Figura 29) no se compararon con las normas utilizadas en este trabajo de investigación, ya que no son mencionados en estos. Sin embargo, se realiza la comparación de estos dos grupos. El grupo de compost de lechuga de agua, el que tiene mayor Na % es el que no presenta melaza, con 4.3%. En el grupo de jacinto de agua, el que presenta mayor contenido de Na % es el compost de jacinto de agua sin melaza con 3.3%. Comparando los dos grupos, los compost con condiciones iguales. El que presenta mayor el parámetro estudiado entre el compost de lechuga de agua y jacinto de agua con melaza, es el primero con 3.7%.

La cantidad de nitrógeno que se presenta en los tratamientos, varía durante el proceso de maduración, ya que el nitrógeno disminuye debido al proceso de mineralización y nitrificación que se da durante el proceso de maduración de compost por efecto de los microorganismos, los

cuales requieren el nitrógeno para realizar la degradación de los materiales que se encuentran en la unidades experimentales (Sanchez & Ruiz, 2005).

4.2. Proceso de siembra

4.2.1. Análisis de la aplicación de los tipos de compost en el cultivo de rábano

4.2.1.1. *Altura de la planta (cm)*

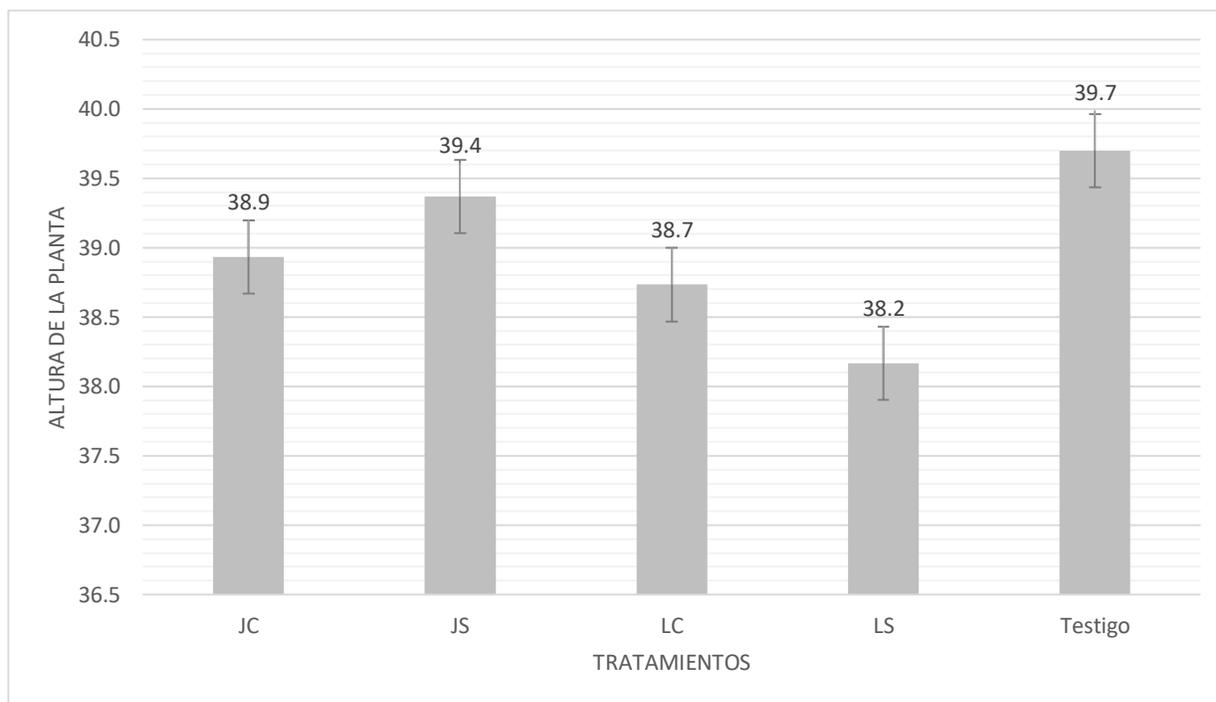


Figura 30. Altura de planta (cm) en los tratamientos de compost

Se expone los resultados de la altura de la planta rábano utilizando los distintos compost obtenidos en la Figura 3, con resultados que varían de 38.2 a 39.7 cm.

También, Moreno et al. (2005) indica no haber encontrado diferencias en altura de planta cuando manejaron cuatro tipos de fertilizante orgánico como la lombricomposta en proporciones de arena/L. El resultado más alto comparando los compost de jacinto de agua, es el que no contiene melaza. Mientras que la comparación de los compost de lechuga de agua, el que presenta mayor altura de la planta es el que se usó la melaza. Sin embargo, el tratamiento control

es el que mayor altura de la planta presenta en comparación a todos los tratamientos 39.7 cm. La menor altura de planta, fu el tratamiento con compost de lechuga de agua sin melaza, con promedio de 38.2 cm. Vale recalcar que estas diferencias no son a gran escala, infiriendo que la aplicación de los distintos tipos de compost utilizados son efectivos en el crecimiento de rábanos.

Para el crecimiento de un cultivo, dependerán los factores climáticos como la temperatura. Por ellos la zona que se realice la siembra, debe presentar temperaturas entre los 15 y 18°C, para un crecimiento favorable (Cásseres, 1980). El trabajo realizado en los meses de julio y agosto (14/07/2019 - 13/08/2019) presentan este rango con algunas diferencias de 1°C en algunos días.

Las especies vegetales necesitaran ciertos minerales para su crecimiento, los mismos que serán adquiridos del medio donde se encuentren (Ulloa, 2019).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó la calidad de compost de *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) de acuerdo a la verificación de nuestros resultados con los límites establecidos por las normas de calidad usadas en este trabajo de investigación. Habiendo resultado que los dos tipos de compost no cumplen con la NCh 2880 y NTC. Sin embargo, sí cumplen en su mayoría con la OMS, siendo el compost de jacinto de agua con melaza la que cumple mayor cantidad de parámetros. Por ello fue el tipo de compost de jacinto de agua con mejor calidad.
- Se determinó la calidad de compost de *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua). Siendo los dos tipos de compost con melaza y sin melaza analizados con las normas de calidad usadas en este trabajo de investigación. Los dos tipos de compost, de acuerdo con la NCh 2880, los parámetros no cumplen con lo establecido en la norma, excepto para la Hd, ya que este sí cumple para los dos casos. De acuerdo con la NTC, los dos tipos de compost no cumplen para ninguno de los parámetros. Sin embargo, para la OMS sí cumplen los dos tipos de compost de lechuga de agua.
- Se comparó la calidad de compost entre *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) y *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua) a condiciones iguales. Se concluyó que la lechuga de agua con y sin melaza presentan mayor cumplimiento de calidad.
- Se determinó el efecto de compost de *Eichhornia crassipe* (Jacinto de agua) en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano). Concluyendo que el compost de jacinto de agua sin melaza tuvo mayor incidencia en el crecimiento de la especie cultivada.

Recalcando que la diferencia no es mucha, 39.4 cm utilizando compost de jacinto de agua sin melaza y 38.9 cm utilizando compost con melaza.

- Al utilizar compost de *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua) en el crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano). Se concluye que el compost de lechuga de agua con melaza incidió mejor en el crecimiento de rábano. Recalcando que la diferencia no es mucha, 38.2 cm utilizando compost de lechuga de agua sin melaza y 38.7 cm utilizando compost con melaza.
- Se concluye que el uso de especies acuáticas invasoras en la producción de compost puede ser una actividad que ayude al cuidado y conservación del Humedal Santa Rosa Chancay, ya que para evitar la propagación de estas especies se tendrá que realizar la extracción en los cuerpos de agua y usarlas en la realización de abono. Beneficiando no solo al medio ambiente sino también a los pobladores del lugar.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar análisis de pH al Humedal Santa Rosa y a las especies invasoras, para determinar la incidencia de sales.
- Se es conveniente realizar análisis de metales en la materia prima a compostar, ya que estos pueden incidir en los cultivos donde se use el compost
- Para una mejor degradación de la materia prima, se recomienda realizar el picado de estas con equipos de trituración y no manualmente.
- Se recomienda realizar el proceso de compostaje en la temporada de verano para que favorezca en la degradación de la materia prima.

- Se recomienda utilizar estructurantes mezclados con la materia prima, que en este caso fueron dos especies acuáticas invasoras del Humedal Santa Rosa, para bajar el pH de estas al momento de realizar el proceso de compostaje.
- Se recomienda utilizar equipos calibrados y certificados para obtener datos más confiables.
- Se recomienda realizar análisis de suelo antes y después del uso de compost, para analizar el enriquecimiento de este.

REFERENCIAS

- Alvarez, J. (2010). *Manual de compostaje para Agricultura Ecológica*. Andalucía: Junta de Andalucía.
- Amigos de la Tierra. (2010). *Manual de compostaje*. Madrid.
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2014). *Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos*. Gipuzkoa.
- Aponte, H., & Ramírez, D. (2011). Humedales de la costa central del Perú: Estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología Aplicada*, x(1), 31-39. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v10n1/a04v10n1>
- Avendaño, R. (2003). *El Proceso de Compostaje*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago de Chile.
- Azofeifa, A., & Moreira, M. (2004). *Análisis de crecimiento del chile jalapeño (Capsicum annuum L. cv. hot) en Alajuela, Costa Rica*. Costa Rica.
- Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (2014). *Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Instituto de Floricultura.
- Cabrera, V., & Rossi, M. (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del Distrito de Miraflores*. Lima.
- Cano, A., & Aponte, H. (2013). Estudio florístico comparativo de seis humedales de la costa de Lima (Perú): Actualización y nuevos retos para su conservación. *Latin American Journal of Conservation*, 15-27.
- Cásseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (Tercera ed.). San José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

- Costa, A. (1995). *Residuos orgánicos urbanos: manejo y utilización*. España.
- Cruz, Y. (2011). *Plantas Acuáticas: Manual para su uso en la acuicultura*. Santa Marta: Universidad del Magdalena.
- Donoso, D. (2015). *Manejo del material vegetal lechuguín (Eichhornia crassipes) y lenteja de agua (Lemna sp) generados en la planta de tratamiento de aguas residuales en la parroquia de Chaltura*.
- EGMASA. (2000). *Investigación y desarrollo tecnológico de procesos de compostaje y aplicación del compost en los sectores agrícola y forestal*. Sevilla: Sufi, S.A.
- Elias, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora* (Segunda ed.). Madrid: Díaz de Santos.
- EPA. (2 de Diciembre de 2016). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*. Obtenido de Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos:
<https://espanol.epa.gov/espanol/contaminacion-por-nutrientes>
- Equipo técnico del Componente Agrícola. (2011). *Producción de hortalizas*. Bolivia .
- Equipo Vértice . (2007). *Gestión medioambiental: Manipulación de residuos y productos químicos*. Málaga: Publicaciones Vértice SL.
- FAO. (2011). *Manual Técnico. Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar*. Chile.
- FAO. (2014). *Una huerta para todos. Manual de auto-instrucción*. Santiago.
- FAO. (2015). *Recomendaciones para el manejo de malezas*.
- FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima.
- Galindo, A., & Jerónimo, C. (2005). *Estudios sobre los abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción agrícola*.

- Global Invasive Species Programme. (2001). *Global Strategy on Invasive Alien Species*. UICN. Obtenido de <http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/McNeeley-et-al-EN.pdf>
- Gomez, A., Lázaro, J., & Leon, N. (2008). *Producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y rábano (Raphanus sativus L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco*. Uciciencia.
- Gunnarsson, C., & Petersen, C. (2017). Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: A literature review. *Waste Management*(27), 117–129.
- Hidalgo, J., Montano, J., & Sandoval, M. (2005). Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. *Theria*, 17-25.
- ISSG. (2 de Febrero de 2019). *Global Invasive Species Database*. Obtenido de Global Invasive Species Database: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>
- Jaramillo, M., & Flores, D. (2012). Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales lemma minor (lenteja de agua) y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales de la actividad minera.
- Lagos, C. (2005). *Utilización del jacinto acuático Eichhornia crassipes ((Mart) Solms 1883) como sistema de tratamiento para la eliminación de materia orgánica y color en efluente de celulosa kraft*.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: Alfa.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2004). *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo*.
- Marquez, P., Díaz, M., & Cabrera, F. (2014). *Factores que afectan al proceso de compostaje*. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica.

- Martínez, M. (2014). *Control biológico de plantas acuáticas exóticas invasoras*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Martínez, R., Migliarina, A., & Luna, M. K. (2008). Evaluación del compostaje de los residuos del procesamiento de la cebolla. *Pilquen*.
- Mendoza, M. (2012). *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura*. Piura: Pirhua.
- Mendoza, R., Born, G., March, I., & Torres, Á. (2014). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 28 especies invasoras acuáticas y cambio climático*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- MINAM. (2015). *Estrategia Nacional de Humedales*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>
- MINAM. (2017). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1610>
- MOOC Agrotech. (15 de Agosto de 2015). Laboratorio para Análisis de Agua. Conductividad. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ESGvoWKdwAc>
- Moreno, J., & Moral, R. (2007). *Compostaje*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.
- Núñez, J. (2001). *Manejo Conservación de suelos*. San José: EUNED.
- Ochoa, D., & Mendoza, J. (2015). *Evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L) en época seca en la finca experimental Las Mercedes. Managua, Nicaragua, 2015*. Nicaragua.

- Oviedo, E., Marmolejo, L., & Torres, P. (2016). Avances en investigación sobre el compostaje debiorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, XVIII(1), 31-42.
- Poveda, L. (2017). *Análisis del uso alternativo de Buchón de Agua para la descomposición de la materia orgánica*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Puerta. (2007). *Evaluación física, química y microbiológica del proceso del compostaje de residuos sólidos urbanos, con microorganismos nativos y comerciales en el municipio de Venecia*. Medellín.
- Ramirez, D., Aponte, H., & Cano, A. (2010). Flora vascular y vegetación del humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *La Revista Peruana de Biología*, XVII(1), 105-110.
- Ramsar. (1971). *Convención Relativa a los humedals de Importancia Internacional específicamente como Hábitat de Aves Acuáticas*. Iran.
- Red Española de Compostaje. (2015). *De residuo a recurso. El cambio hacia la sostenibilidad*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Rincón, J., & Millán, N. (2013). Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de la universidad libre. *Universidad Libre*, 1-68.
- Rincón, J., & Silva, E. (2014). *Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad* (Primera ed.). Bogotá: La Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía.
- Rivera, D., Useche, Y., Guillot, G., Camargo, G., Chisacá, M., Rosselli, L., . . . Van der, T. (2008). *Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de humedales en Centros Urbanos*. Bogota.

- Rodríguez, M., & Córdova, A. (2006). *Manual de compostaje municipal*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Romero, M., Ramírez, A., Pulido, S., Ubaque, H., Fuentes, L., Gómez, S., . . . Prieto, G. (2003). *Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación* (Tercera ed.). Juárez: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Sanchez, B., & Ruiz, M. (2005). *Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud*. Chile: Aragua.
- Sanchún, A., Botero, R., Morera, A., Obando, G., & Russo, R. (2016). *Restauración funcional del paisaje rural: Manual de técnicas*. Obtenido de https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2016/manual_flr_para_pweb.pdf
- Sancllemente, O., García, M., & Valencia, F. (2011). Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (*Saccharum officinarum*). *Investigación Agraria y Ambiental*, 13-19.
- Scott, K., & Willis, K. (2016). *Botanicum*. Oceano Travesia.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar. Obtenido de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>

SENAMHI. (2019). *Senamhi*. Obtenido de Senamhi:

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Sztern, D., & Pravia, M. (1999). *Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos*.

Ulloa, J. (2019). *Valoración de tres tipos de bioles en la producción de rábno (Raphanus sativus)*. Piura: Universidad de Piura.

Uribe. (2003). *Taller de abonos orgánicos/CATIE*. Costa Rica.

Valle, C. (2009). *Aprovechamiento del Jacinto Acuático de la planta de tratamiento "Ing. Arturo Pazos Sosa" para la producción de abono orgánico*. Guatemala.

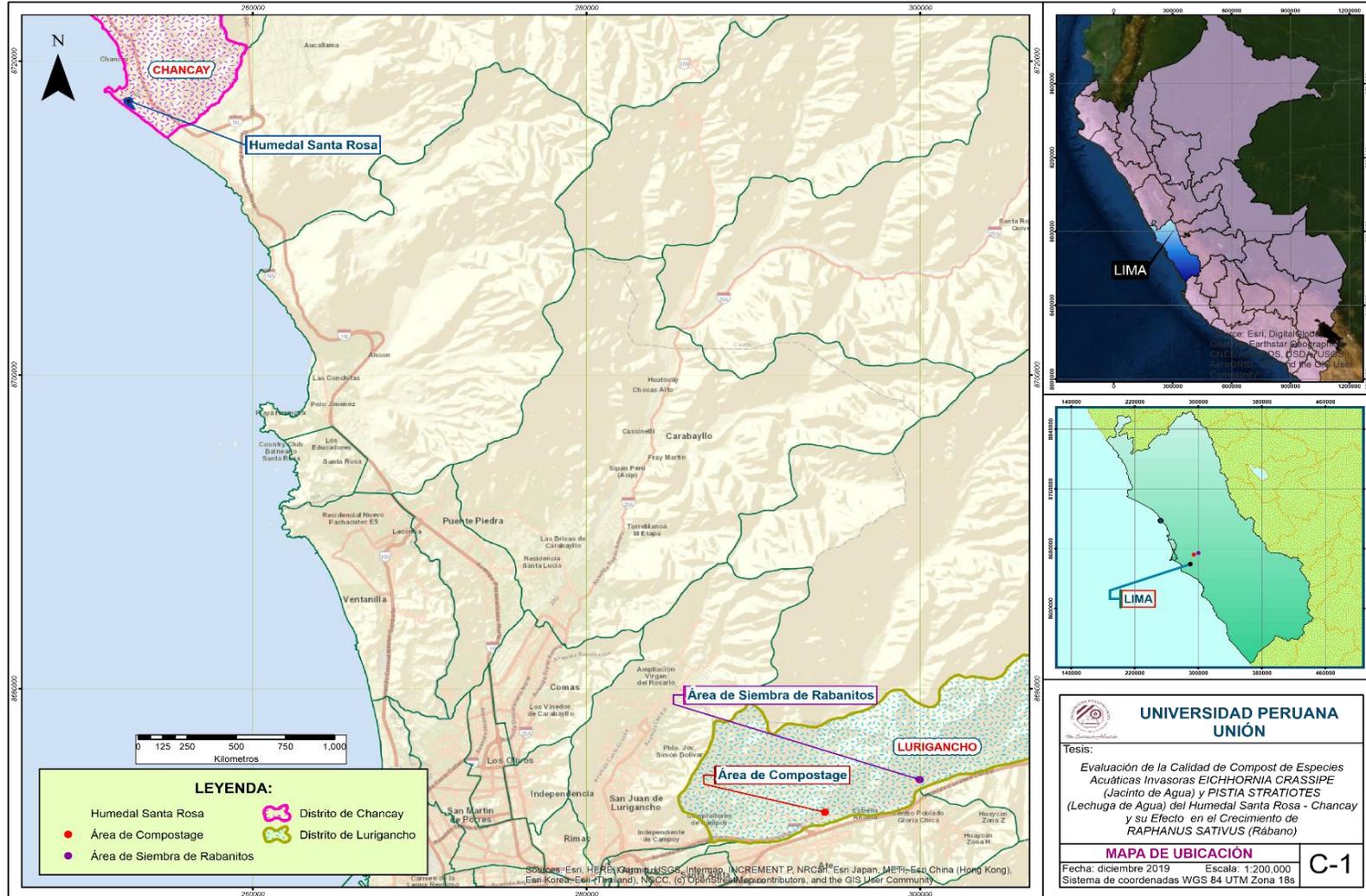
World Wildlife Fund. (2018). *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto*. Gland: R.A.E.

Obtenido de http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_planeta_vivo_2018.pdf

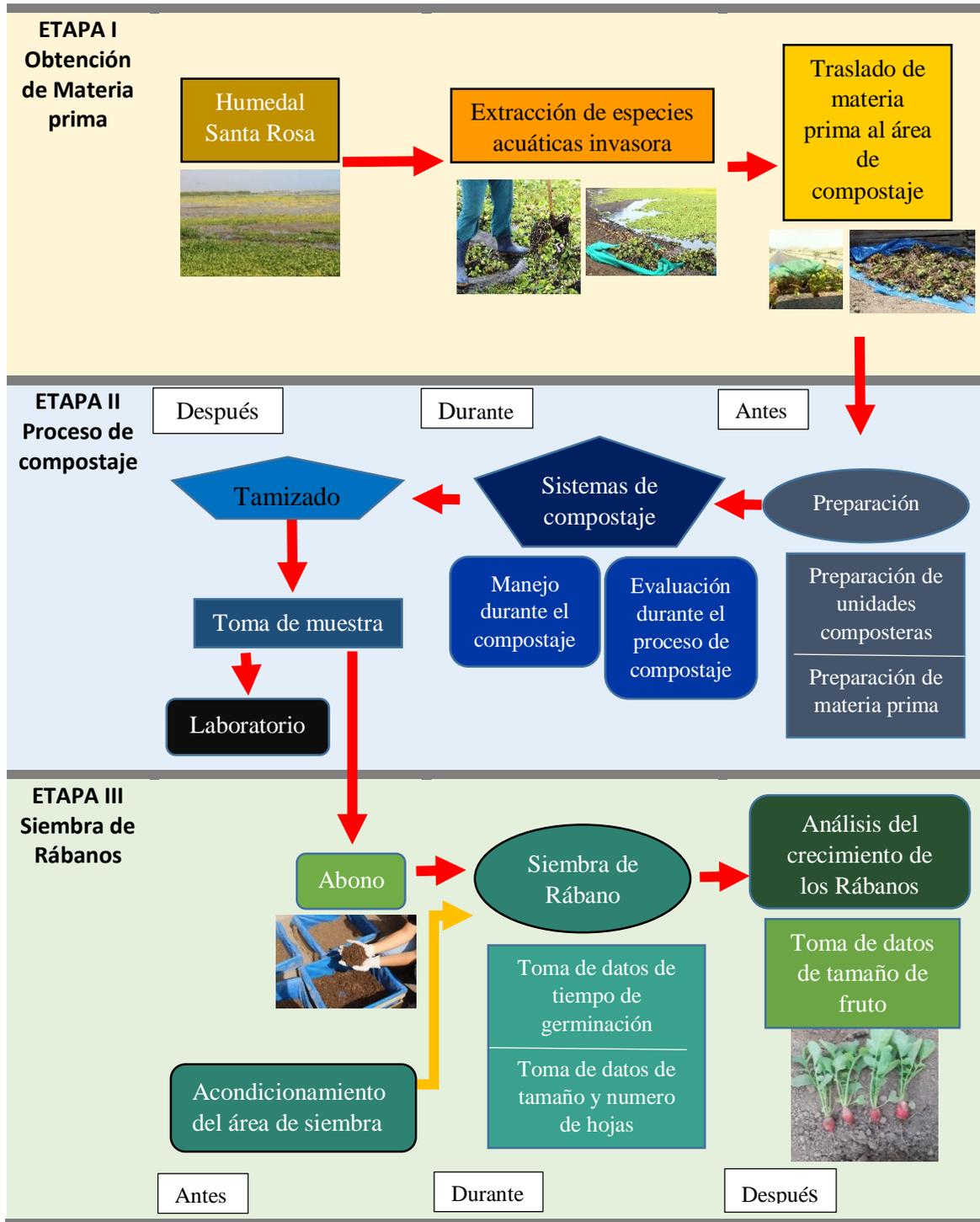
Zaldaña, A., & Salazar, A. (2014). *Investigación de la Caracterización del Jacinto de Agua Eichornia crassipes del humedal Cerrón Grande, para determinar su aprovechamiento como materia prima en la elaboración de productos agroindustriales, industriales o artesanales*. Chalatenango.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación



Anexo 2. Diagrama de flujo de todo el trabajo de investigación



Anexo 3. Imágenes del estado de los alrededores del Humedal Santa Rosa, Chancay





Anexo 4. Extracción de materia prima



Anexo 5. Preparación de la materia prima del compostaje: Secado y trituración



Anexo 6. Preparación y distribución de pilas





Anexo 7. Imágenes del proceso de compostaje en el tiempo

Aspecto de la lechuga de agua en el tiempo al pasar por el proceso de compostaje (Muestra LC1)	
Día 1 (25/03/2019)	Día 8 (1/04/2019)
	
Día 12 (5/04/2019)	Día 16 (9/04/2019)
	
Día 19 (12/04/2019)	Día 22 (15/04/2019)



Día 34 (27/04/2019)



Día 62 (25/05/2019)



Día 89 (21/06/2019)



Día 105 (7/07/2019)



Aspecto de la jacinto de agua en el tiempo al pasar por el proceso de compostaje (Muestra JC1)	
Día 1 (25/03/2019)	Día 8 (1/04/2019)
	
Día 12 (5/04/2019)	Día 16 (9/04/2019)
	
Día 39 (2/05/2019)	Día 68 (31/05/2019)
	
Día 83 (15/06/2019)	Día 95 (27/06/2019)



Día 105 (7/07/2019)



Anexo 8. Tamizado y rotulado de muestras



Anexo 9. Imágenes del acondicionamiento de lugar donde se sembró Rábano





Anexo 10. Cultivo del proyecto



Anexo 11. Tiempo de crecimiento de *Raphanus sativus* (Rábano)

Crecimiento de Rábano utilizando el tipo de compost resultante de la muestra JC1	
Día 0-5	Día 8
	
Día 14	Día 22
	
Día 27	Día 30
	

Crecimiento de Rábano utilizando el tipo de compost resultante de la muestra JS1	
Día 0-5	Día 8
	
Día 14	Día 22
	
Día 27	Día 30
	

Crecimiento de Rábano utilizando el tipo de compost resultante de la muestra LC1	
Día 0-4	Día 8
	
Día 14	Día 22
-	-
Día 27	Día 30
	

Crecimiento de Rábano utilizando el tipo de compost resultante de la muestra LS1	
Día 0-5	Día 8
	
Día 14	Día 22
	
Día 27	Día 30
	

Crecimiento de Rábano sin utilizar compost resultante de muestras	
Día 0-5	Día 8
	
Día 14	Día 22
-	
Día 27	Día 30
	

Anexo 12. Resultados de T° de la Estación Ñaña

Ubicación: Lurigancho Chosica, Lima

Latitud: 11°59'14.8" S

Longitud: 76°50'31" W

Altitud: 543 msnm.

Temperaturas Marzo - Julio														
Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio		
Fecha	Hora	T	Fecha	Hora	T	Fecha	Hora	T	Fecha	Hora	T	Fecha	Hora	T
25/03/2019	10:00	24	1/04/2019	10:00	23	1/05/2019	10:00	24	1/06/2019	10:00	16	1/07/2019	10:00	16
26/03/2019	10:00	23	2/04/2019	10:00	20	2/05/2019	10:00	23	2/06/2019	10:00	23	2/07/2019	10:00	15
27/03/2019	10:00	25	3/04/2019	10:00	23	3/05/2019	11:00	21	3/06/2019	11:00	18	3/07/2019	10:00	14
28/03/2019	10:00	24	4/04/2019	10:00	21	4/05/2019	10:00	24	4/06/2019	10:00	15	4/07/2019	10:00	13
29/03/2019	10:00	25	5/04/2019	10:00	23	5/05/2019	10:00	25	5/06/2019	10:00	15	5/07/2019	10:00	15
30/03/2019	10:00	26	6/04/2019	10:00	23	6/05/2019	10:00	25	6/06/2019	10:00	18	6/07/2019	10:00	19
31/03/2019	10:00	26	7/04/2019	10:00	25	7/05/2019	10:00	17	7/06/2019	10:00	16	7/07/2019	10:00	14
			8/04/2019	10:00	27	8/05/2019	11:00	21	8/06/2019	12:00	24			
			9/04/2019	10:00	25	9/05/2019	12:00	25	9/06/2019	10:00	21			
			10/04/2019	10:00	24	10/05/2019	12:00	20	10/06/2019	10:00	19			
			11/04/2019	10:00	24	11/05/2019	10:00	18	11/06/2019	12:00	23			
			12/04/2019	10:00	25	12/05/2019	10:00	22	12/06/2019	10:00	15			
			13/04/2019	10:00	24	13/05/2019	10:00	26	13/06/2019	11:00	18			
			14/04/2019	10:00	25	14/05/2019	10:00	25	14/06/2019	12:00	19			
			15/04/2019	10:00	25	15/05/2019	10:00	22	15/06/2019	12:00	18			
			16/04/2019	10:00	26	16/05/2019	10:00	20	16/06/2019	12:00	18			
			17/04/2019	10:00	25	17/05/2019	11:00	19	17/06/2019	10:00	15			
			18/04/2019	10:00	24	18/05/2019	10:00	18	18/06/2019	10:00	15			
			19/04/2019	10:00	24	19/05/2019	12:00	23	19/06/2019	8:00	14			
			20/04/2019	10:00	25	20/05/2019	10:00	21	20/06/2019	10:00	14			
			21/04/2019	10:00	25	21/05/2019	10:00	22	21/06/2019	10:00	15			
			22/04/2019	10:00	24	22/05/2019	11:00	19	22/06/2019	10:00	14			
			23/04/2019	10:00	24	23/05/2019	10:00	19	23/06/2019	10:00	14			
			24/04/2019	10:00	24	24/05/2019	10:00	16	24/06/2019	10:00	17			
			25/04/2019	10:00	25	25/05/2019	10:00	16	25/06/2019	11:00	17			
			26/04/2019	10:00	25	26/05/2019	11:00	17	26/06/2019	10:00	16			
			27/04/2019	10:00	25	27/05/2019	10:00	22	27/06/2019	10:00	15			
			28/04/2019	12:00	24	28/05/2019	12:00	14	28/06/2019	10:00	18			
			29/04/2019	10:00	22	29/05/2019	10:00	16	29/06/2019	10:00	15			
			30/04/2019	10:00	25	30/05/2019	10:00	15	30/06/2019	10:00	16			
						31/05/2019	12:00	16						

Anexo 13. Datos de T° del compost de lechuga de agua tomadas en campo

Días	Fecha	Resultado de T° del compost de lechuga de agua							
		Con melaza			Promedio	Sin melaza			Promedio
		R1	R2	R3	LC	R1	R2	R3	LS
1	25/03/2019	27	27	27	27	27	27	27	27
2	26/03/2019	36	36	36	36	33	34	33	33
3	27/03/2019	37	37	36	37	32	33	32	32
4	28/03/2019	36	36	36	36	32	33	32	32
5	29/03/2019	36	37	37	37	32	32	32	32
6	30/03/2019	36	36	36	36	32	32	30	31
7	31/03/2019	36	35	35	35	33	32	32	32
8	1/04/2019	35	35	35	35	31	31	31	31
9	2/04/2019	38	38	40	39	30	32	31	31
10	3/04/2019	40	40	40	40	33	33	33	33
11	4/04/2019	41	40	40	40	32	33	33	33
12	5/04/2019	41	41	41	41	32	31	32	32
13	6/04/2019	40	39	38	39	34	34	33	34
14	7/04/2019	40	38	38	39	35	35	32	34
15	8/04/2019	38	38	38	38	35	35	33	34
16	9/04/2019	37	37	37	37	33	34	33	33
17	10/04/2019	38	38	38	38	35	34	35	35
18	11/04/2019	37	36	37	37	36	36	34	35
19	12/04/2019	37	37	37	37	37	36	35	36
20	13/04/2019	37	37	37	37	37	37	35	36
21	14/04/2019	37	37	37	37	39	37	39	38
22	15/04/2019	39	38	38	38	38	38	38	38
23	16/04/2019	37	38	38	38	35	35	35	35
24	17/04/2019	37	38	37	37	34	34	35	34
25	18/04/2019	36	35	34	35	33	33	34	33
26	19/04/2019	35	35	35	35	35	35	35	35
27	20/04/2019	35	35	35	35	32	35	34	34
28	21/04/2019	35	36	37	36	35	37	36	36
29	22/04/2019	36	36	36	36	35	35	35	35
30	23/04/2019	38	38	37	38	34	34	32	33
31	24/04/2019	36	34	34	35	35	36	36	36
32	25/04/2019	34	36	35	35	35	35	35	35
33	26/04/2019	32	34	33	33	33	31	33	32
34	27/04/2019	33	33	32	33	30	31	29	30
35	28/04/2019	30	31	29	30	28	29	27	28

36	29/04/2019	31	31	31	31	29	29	29	29
37	30/04/2019	30	31	31	31	27	29	27	28
38	1/05/2019	27	29	29	28	25	22	25	24
39	2/05/2019	26	26	27	26	24	24	22	23
40	3/05/2019	25	25	25	25	22	21	22	22
41	4/05/2019	25	25	25	25	22	23	21	22
42	5/05/2019	24	25	25	25	22	22	22	22
43	6/05/2019	25	25	23	24	22	21	21	21
44	7/05/2019	25	23	24	24	21	22	21	21
45	8/05/2019	25	25	25	25	22	22	22	22
46	9/05/2019	27	26	26	26	24	25	24	24
47	10/05/2019	27	26	26	26	24	24	24	24
48	11/05/2019	25	26	25	25	25	25	24	25
49	12/05/2019	26	25	26	26	25	25	25	25
50	13/05/2019	27	26	27	27	25	24	25	25
51	14/05/2019	28	27	27	27	25	25	24	25
52	15/05/2019	26	25	25	25	24	25	24	24
53	16/05/2019	25	25	22	24	23	22	22	22
54	17/05/2019	25	24	26	25	24	23	23	23
55	18/05/2019	23	25	26	25	24	23	23	23
56	19/05/2019	27	30	26	28	25	25	25	25
57	20/05/2019	33	34	33	33	30	32	30	31
58	21/05/2019	30	29	30	30	29	28	29	29
59	22/05/2019	27	28	26	27	28	27	27	27
60	23/05/2019	25	27	25	26	26	26	26	26
61	24/05/2019	24	23	23	23	25	25	24	25
62	25/05/2019	20	19	21	20	20	20	21	20
63	26/05/2019	21	20	22	21	21	20	20	20
64	27/05/2019	26	25	25	25	24	27	25	25
65	28/05/2019	24	24	23	24	23	24	21	23
66	29/05/2019	22	23	22	22	22	21	22	22
67	30/05/2019	23	23	23	23	22	22	22	22
68	31/05/2019	23	23	23	23	22	22	22	22
69	1/06/2019	25	24	24	24	22	21	22	22
70	2/06/2019	26	24	24	25	21	22	22	22
71	3/06/2019	25	25	25	25	22	20	22	21
72	4/06/2019	23	23	23	23	22	21	21	21
73	5/06/2019	25	23	23	24	22	21	21	21
74	6/06/2019	25	23	23	24	22	22	22	22
75	7/06/2019	25	24	24	24	22	22	22	22
76	8/06/2019	24	23	24	24	21	21	21	21

77	9/06/2019	25	24	25	25	21	21	21	21
78	10/06/2019	24	24	24	24	22	22	22	22
79	11/06/2019	23	22	24	23	22	21	22	22
80	12/06/2019	25	24	24	24	20	20	21	20
81	13/06/2019	25	25	25	25	21	21	21	21
82	14/06/2019	24	24	24	24	21	21	21	21
83	15/06/2019	24	23	23	23	21	21	21	21
84	16/06/2019	25	23	23	24	20	20	20	20
85	17/06/2019	23	23	23	23	20	21	20	20
86	18/06/2019	22	23	23	23	21	20	20	20
87	19/06/2019	22	23	22	22	20	20	20	20
88	20/06/2019	22	21	21	21	20	20	20	20
89	21/06/2019	22	22	21	22	20	20	20	20
90	22/06/2019	23	22	22	22	21	20	20	20
91	23/06/2019	24	23	21	23	19	19	20	19
92	24/06/2019	22	23	23	23	20	20	20	20
93	25/06/2019	22	22	22	22	20	20	20	20
94	26/06/2019	22	21	21	21	20	20	20	20
95	27/06/2019	22	21	22	22	20	20	20	20
96	28/06/2019	22	21	21	21	20	20	20	20
97	29/06/2019	23	22	21	22	20	20	20	20
98	30/06/2019	20	20	19	20	20	20	20	20
99	1/07/2019	21	19	20	20	20	19	19	19
100	2/07/2019	22	20	22	21	20	20	19	20
101	3/07/2019	20	21	21	21	19	19	19	19
102	4/07/2019	20	21	22	21	19	19	20	19
103	5/07/2019	21	22	22	22	19	19	20	19
104	6/07/2019	21	22	22	22	19	19	19	19
105	7/07/2019	21	22	21	21	19	20	19	19

Anexo 14. Datos de T° del compost de jacinto de agua tomadas en campo

Días	Fecha	Resultado de T° del compost de jacinto de agua								
		Con melaza				promedio	Sin melaza			promedio
		R1	R2	R3	JC		R1	R2	R3	JS
1	25/03/2019	27	27	27	27		27	27	27	27
2	26/03/2019	39	41	40	40		38	38	38	38
3	27/03/2019	39	39	38	39		37	39	39	38
4	28/03/2019	40	38	38	39		40	38	38	39
5	29/03/2019	36	38	36	37		36	36	35	36
6	30/03/2019	36	37	36	36		35	35	32	34
7	31/03/2019	36	37	37	37		35	34	35	35
8	1/04/2019	37	36	35	36		34	35	32	34
9	2/04/2019	42	41	42	42		35	35	35	35
10	3/04/2019	42	42	42	42		34	33	34	34
11	4/04/2019	43	43	44	43		36	35	35	35
12	5/04/2019	42	40	40	41		36	36	36	36
13	6/04/2019	40	41	40	40		35	33	33	34
14	7/04/2019	38	39	38	38		35	35	31	34
15	8/04/2019	37	37	37	37		32	33	31	32
16	9/04/2019	36	36	36	36		32	32	32	32
17	10/04/2019	36	35	34	35		34	33	33	33
18	11/04/2019	32	31	31	31		30	33	33	32
19	12/04/2019	36	34	34	35		34	34	33	34
20	13/04/2019	31	30	30	30		33	33	33	33
21	14/04/2019	33	32	34	33		34	33	33	33
22	15/04/2019	31	31	32	31		32	31	30	31
23	16/04/2019	31	31	31	31		31	31	28	30
24	17/04/2019	30	30	30	30		30	28	30	29
25	18/04/2019	30	31	30	30		26	26	28	27
26	19/04/2019	28	28	29	28		25	25	24	25
27	20/04/2019	30	30	31	30		24	22	23	23
28	21/04/2019	29	29	28	29		23	23	25	24
29	22/04/2019	28	28	27	28		24	24	23	24
30	23/04/2019	27	27	26	27		23	24	21	23
31	24/04/2019	24	26	26	25		22	22	22	22
32	25/04/2019	25	25	24	25		23	22	23	23
33	26/04/2019	26	26	25	26		21	21	20	21
34	27/04/2019	25	25	25	25		20	20	21	20
35	28/04/2019	25	25	24	25		22	21	21	21
36	29/04/2019	23	23	23	23		22	21	21	21
37	30/04/2019	23	23	23	23		22	22	21	22

38	1/05/2019	23	23	23	23	22	21	21	21
39	2/05/2019	24	24	23	24	22	23	22	22
40	3/05/2019	24	23	25	24	24	22	23	23
41	4/05/2019	24	24	24	24	24	23	23	23
42	5/05/2019	25	27	24	25	23	23	23	23
43	6/05/2019	30	30	30	30	22	20	21	21
44	7/05/2019	30	30	31	30	23	23	20	22
45	8/05/2019	31	31	33	32	24	25	25	25
46	9/05/2019	33	30	33	32	27	25	26	26
47	10/05/2019	31	31	31	31	25	25	25	25
48	11/05/2019	32	30	30	31	26	26	25	26
49	12/05/2019	25	25	25	25	24	24	24	24
50	13/05/2019	24	24	24	24	23	23	23	23
51	14/05/2019	25	24	25	25	24	24	24	24
52	15/05/2019	25	24	24	24	23	22	24	23
53	16/05/2019	23	24	25	24	23	22	23	23
54	17/05/2019	25	24	25	25	23	22	22	22
55	18/05/2019	25	25	24	25	21	22	23	22
56	19/05/2019	25	24	24	24	24	22	23	23
57	20/05/2019	26	25	26	26	24	24	24	24
58	21/05/2019	25	26	26	26	24	24	24	24
59	22/05/2019	23	25	25	24	25	23	23	24
60	23/05/2019	24	25	25	25	24	23	23	23
61	24/05/2019	24	25	24	24	23	23	23	23
62	25/05/2019	25	26	25	25	23	23	23	23
63	26/05/2019	24	25	25	25	22	23	23	23
64	27/05/2019	25	26	25	25	23	23	22	23
65	28/05/2019	22	25	23	23	24	22	22	23
66	29/05/2019	22	24	24	23	22	22	22	22
67	30/05/2019	22	24	24	23	21	22	22	22
68	31/05/2019	23	24	24	24	21	21	21	21
69	1/06/2019	23	25	24	24	22	21	21	21
70	2/06/2019	22	22	22	22	21	21	21	21
71	3/06/2019	22	22	22	22	21	21	21	21
72	4/06/2019	22	22	23	22	21	21	21	21
73	5/06/2019	25	23	23	24	21	21	21	21
74	6/06/2019	24	23	22	23	22	22	22	22
75	7/06/2019	23	23	23	23	21	21	21	21
76	8/06/2019	23	23	23	23	21	22	22	22
77	9/06/2019	23	23	23	23	22	22	22	22
78	10/06/2019	22	23	22	22	22	22	21	22
79	11/06/2019	22	21	21	21	21	21	22	21
80	12/06/2019	21	22	22	22	22	21	21	21

81	13/06/2019	23	24	23	23	21	22	21	21
82	14/06/2019	22	22	22	22	22	22	22	22
83	15/06/2019	22	23	24	23	21	21	22	21
84	16/06/2019	22	23	23	23	21	21	22	21
85	17/06/2019	22	22	20	21	20	20	20	20
86	18/06/2019	21	22	21	21	20	21	20	20
87	19/06/2019	20	22	20	21	20	20	20	20
88	20/06/2019	21	22	21	21	20	20	20	20
89	21/06/2019	21	21	21	21	20	20	20	20
90	22/06/2019	21	22	22	22	21	21	21	21
91	23/06/2019	21	22	22	22	20	21	21	21
92	24/06/2019	21	20	20	20	20	20	21	20
93	25/06/2019	21	22	21	21	21	21	21	21
94	26/06/2019	21	21	21	21	20	20	20	20
95	27/06/2019	21	21	21	21	20	20	21	20
96	28/06/2019	20	20	21	20	20	20	21	20
97	29/06/2019	20	21	21	21	20	20	20	20
98	30/06/2019	20	21	20	20	19	19	19	19
99	1/07/2019	20	20	19	20	19	19	19	19
100	2/07/2019	19	20	19	19	19	19	19	19
101	3/07/2019	20	20	20	20	20	19	19	19
102	4/07/2019	19	19	19	19	19	19	19	19
103	5/07/2019	19	19	19	19	19	19	19	19
104	6/07/2019	19	19	19	19	19	19	19	19
105	7/07/2019	19	19	19	19	19	19	19	19

Anexo 15. Resultados del informe de análisis de materia orgánica

Informe del Laboratorio de Análisis de suelos, Plantas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Tipo de compost	pH	C.E. dS/m	M.O %	N %	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
LS1	9.46	33.1	26.24	1.29	0.44	0.59	11.12	3.51	34.86	4.66
LS2	9.45	29.5	26.62	1.2	0.43	0.58	11.59	2.96	37.81	4.67
LS3	9.43	30.8	26.16	1.21	0.44	0.41	10.69	2.83	43.93	3.44
JS1	9.13	34.5	24.87	1.43	0.58	0.38	8.99	2.72	44.92	3.12
JS2	8.96	27.1	26.35	1.15	0.62	0.4	9.44	2.62	49.34	3.39
JS3	9.06	28.1	25.75	1.38	0.59	0.36	10.44	3.22	43.56	3.31
LC1	9.51	44.7	30.13	1.37	0.29	0.8	9.09	3.06	36.68	3.93
LC2	9.65	38.3	31.22	1.44	0.24	0.72	10.04	3.18	40.76	3.35
LC3	9.49	44.2	30.58	1.34	0.25	0.73	9.16	2.78	40.6	3.75
JC1	9.19	30.1	30.9	1.64	0.47	0.7	7.9	2.44	50.93	3.03
JC2	9.15	26.2	30.84	1.37	0.54	0.59	10.3	3.12	47.63	2.71
JC3	9.83	30.5	30.97	1.4	0.51	0.68	10.64	3.46	44.36	3.11

Anexo 16. Datos de altura de la planta (cm)

Compost	Altura de la planta (cm)				Promedio	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4		
JC	R1	39	38	40	37	38.5
	R2	39	40	38	39	39.0
	R3	39	40.1	39	39	39.3
JS	R1	39	38	38	39	38.5
	R2	38	39	39.5	40	39.1
	R3	40	41	41.1	40	40.5
LC	R1	38	37	40	40	38.8
	R2	39	38.5	40.2	38	38.9
	R3	38	38	40	38	38.5
LS	R1	39	38	39.5	39	38.9
	R2	36	39	37	37.2	37.3
	R3	37	39	40.1	37	38.3
Testigo	R1	39	39.4	40	41.1	39.9
	R2	40	41	38.9	39	39.7
	R3	39	39.5	39.4	40	39.5

Repeticiones	Altura de planta (cm)				
	JC	JS	LC	LS	Testigo
R1	38.5	38.5	38.8	38.9	39.9
R2	39	39.1	38.9	37.3	39.7
R3	39.3	40.5	38.5	38.3	39.5
Promedio	38.9	39.4	38.7	38.2	39.7

Anexo 17. Comparación con otras condiciones y resultados

Proyecto con el que se comparó: “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”

Proyecto	“Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”				Evaluación de la calidad de compost de especies acuáticas invasoras <i>eichhornia crassipe</i> (Jacinto de agua) y <i>pistia stratiotes</i> (Lechuga de agua) del humedal santa rosa-chancay y su efecto en el crecimiento de <i>raphanus sativus</i> (Rábano).				
Lugar de ejecución	La Molina - Lima				Lurigancho Chosica, Ñaña - Lima				
Tiempo de compostaje	10 semanas				15 semanas				
Materiales	Residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores y abono orgánico usado como inóculo.				Especies vegetales invasoras (Jacintos de Agua y Lechugas de Agua) del Humedal Santa Rosa, Chancay				
Picado de materia prima	1cm-5cm				5cm				
Pruebas piloto - dimensiones	1m de profundidad x 1.7m longitud x 0.6m ancho				0.4m x 0.4m y 0.2m de profundidad				
Aditivos	Melaza				Melaza				
Proceso	Aeróbico				Aeróbico				
Volteo	Manual, semanal				Se realizó el primer volteo a todas las unidades después de transcurrir 7 días. Después de esto, se realizaron volteos cada dos días.				
Parámetros	Muestras					Muestras			
		T1	T2	T3	T4	LC	LS	JC	JS
	pH	7.07	7.11	7.18	7.14	9.6	9.4	9.4	9.1
	C.E. dS/m	3.85	3.9	3.59	3.61	42.4	31.1	28.9	29.9
	M.O %	34.08	33.83	33.34	33.09	30.6	26.3	30.9	25.7

N %	1.71	1.58	1.58	1.51	1.4	1.2	1.5	1.3
P2O5 %	1.59	1.42	1.58	1.55	0.3	0.4	0.5	0.6
K2O %	1.08	1.1	1.12	1.12	0.8	0.5	0.7	0.4
CaO %	7.63	7.01	7.21	7.01	9.4	11.1	9.6	9.6
MgO %	1.35	1.47	1.24	1.22	3.0	3.1	3.0	2.9
Hd %	47.18	48.82	49.45	51.09	39.3	38.9	47.6	45.9
Na %	0.21	0.21	0.21	0.22	3.7	4.3	3.0	3.3

Anexo 18. Informe de Análisis de materia orgánica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : CARMEN MARQUEZ GUERRERO

PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA/ VALLE CARAPONGO

MUESTRA DE : COMPOST

REFERENCIA : H.R. 69098

BOLETA : 3250

FECHA : 18/07/19

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
660	LC1	9.51	44.70	30.13	1.37	0.29	0.80
661	LC2	9.65	38.30	31.22	1.44	0.24	0.72
662	LC3	9.49	44.20	30.58	1.34	0.25	0.73
663	JC1	9.19	30.10	30.90	1.64	0.47	0.70
664	JC2	9.15	26.20	30.84	1.37	0.54	0.59
665	JC3	9.83	30.50	30.97	1.40	0.51	0.68

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
660	LC1	9.09	3.06	36.68	3.93
661	LC2	10.04	3.18	40.76	3.35
662	LC3	9.16	2.78	40.60	3.75
663	JC1	7.90	2.44	50.93	3.03
664	JC2	10.30	3.12	47.63	2.71
665	JC3	10.64	3.46	44.36	3.11



Braulto La Torre Martínez
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : CARMEN MARQUEZ GUERRERO
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA/ VALLE CARAPONGO
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 69098
BOLETA : 3250
FECHA : 18/07/19

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
666	LS1	9.46	33.10	26.24	1.29	0.44	0.59
667	LS2	9.45	29.50	26.62	1.20	0.43	0.58
668	LS3	9.43	30.80	26.16	1.21	0.44	0.41
669	JS1	9.13	34.50	24.87	1.43	0.58	0.38
670	JS2	8.96	27.10	26.35	1.15	0.62	0.40
671	JS3	9.06	28.10	25.75	1.38	0.59	0.36

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
666	LS1	11.12	3.51	34.86	4.66
667	LS2	11.59	2.96	37.81	4.67
668	LS3	10.69	2.83	43.93	3.44
669	JS1	8.99	2.72	44.92	3.12
670	JS2	9.44	2.62	49.34	3.39
671	JS3	10.44	3.22	43.56	3.31



Ing. Bráulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio