

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMPOSTAJE Y EL CONTENIDO DE
NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DEL COMPOST ELABORADO CON
RESIDUOS HIDROBIOLÓGICOS DE TRUCHA ARCOIRIS EN LA REGIÓN DE
PUNO**

PRESENTADA POR:

KATERINE VIANEY GOMEZ MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2023



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#)

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMPOSTAJE Y EL CONTENIDO DE
NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DEL COMPOST ELABORADO CON RESIDUOS
HIDROBIOLÓGICOS DE TRUCHA ARCOIRIS EN LA REGIÓN DE PUNO**

**PRESENTADA POR:
KATERINE VIANEY GOMEZ MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. JOSÉ ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS

:


Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOZQUETA

Área : Ingeniería y tecnología

Disciplina : Otras ingenierías

Especialidad : Residuos sólidos

Puno, 21 de febrero de 2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis amados abuelitos, quienes supieron brindarme el amor y cariño de verdaderos padres e inculcarme el valor del trabajo y el esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a la Universidad Privada San Carlos, por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional.
- Agradezco a mis docentes de la universidad por todo el conocimiento impartido hacia mi persona.
- Agradezco a la empresa Piscifactorías de los Andes S.A. por brindarme apoyo durante el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	15
1.2.1. INTERNACIONAL	15
1.2.2. NACIONAL	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.1.1. Producción de trucha	19
2.1.2. Residuos hidrobiológicos	19
2.1.3. El compost	20
2.1.4. Elaboración de compost	20
2.1.5. Factores que influyen en la elaboración del compost	21
2.1.6. Efectos del compost en el suelo	23
2.2. MARCO CONCEPTUAL	23
2.3. HIPÓTESIS	25
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	24
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	25

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. ZONA DE ESTUDIO	26
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	27
3.3. MÉTODO Y TÉCNICA	28
3.3.1. Determinación del tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región puno	28
3.3.1.1. Acondicionamiento de la compostera	28
3.3.1.2. Recolección de materia prima	28
3.3.1.3. Acondicionamiento	29
3.3.1.4. Maduración del compost	31
3.3.1.5. Determinación del tiempo de compostaje	32

3.3.2. Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno	33
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	33
3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO	34
CAPÍTULO IV	
4. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. Evaluar el tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno	35
4.2. Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno	39
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Población y muestra por cada objetivo específico	27
Tabla 02: Tratamientos evaluados	28
Tabla 03: Tiempo de compostaje por cada tratamiento	35
Tabla 04 : Promedio del tiempo de compostaje	36
Tabla 05 : Prueba Tukey del tiempo de compostaje	37
Tabla 06 : Contenido de nitrógeno el compost	39
Tabla 07 : Promedio del porcentaje de nitrógeno	40
Tabla 08 : Prueba de Tukey al porcentaje de nitrógeno del compost	41
Tabla 09 : Concentración de fósforo en el compost	42
Tabla 10 : Promedio de la concentración de fósforo	43
Tabla 11: Prueba de Tukey a la concentración de fósforo	44
Tabla 12 : Contenido de potasio en el compost	45
Tabla 13 : Promedios de la cantidad de potasio	46
Tabla 14 : Prueba Tukey de la cantidad de potasio	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Materias primas utilizadas para la elaboración del compost	29
Figura 02: Ubicación al azar de cada balde	30
Figura 03: Acondicionamiento de los materias primas en los baldes	31
Figura 04: Maduración de compost en baldes	32
Figura 05: Descomposición de los restos hidrobiológicos	32
Figura 06: Muestras de compost tomadas de cada balde	33
Figura 07: Proceso de descomposición de los restos vegetales e hidrobiológicos.	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia	56
Anexo 02: informe de análisis de laboratorio	57
Anexo 03: Galería de fotografías	60

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el tiempo compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris y determinar el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) del compost obtenido de los residuos hidrobiológicos. El tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos fue determinado contando los días desde el acondicionamiento de los residuos en baldes hasta que se obtuvo el compost característico. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio fue determinado en el laboratorio de agua y suelos de la Estación Experimental Illpa del INIA Puno. El diseño utilizado fue completo al azar con 06 tratamientos, 01 control y tres repeticiones. Los tratamientos 30/50F y 30/50S se compostaron a los 29 y 30 días respectivamente, mientras que los tratamientos 50/30F y 50/30S necesitaron 64 y 67 días respectivamente, sin embargo el control 70/30C que no contiene residuos hidrobiológicos requirió hasta 119,33 días para compostarse, habiendo diferencia significativa entre los tratamientos y el control. Por otro lado el tratamiento 50/30F presentó 0,27% de nitrógeno, el tratamiento 30/50S presentó 0,253% de nitrógeno y el control 70/30C 0,26% de nitrógeno, no habiendo diferencia significativa entre los tratamientos y el control; del mismo modo el tratamiento 50/30S presentó 18,867ppm de fósforo, el tratamiento 40/40F presentó 17,867ppm y el control 70/30C 17,540ppm; igualmente para el caso del potasio el tratamiento 50/30F presentó 280,2 ppm de potasio, el tratamiento 30/50F 204,58 ppm y el control 70/30C 299,8ppm, no habiendo diferencia significativa entre los tratamientos y el control, por lo cual podemos decir que los residuos hidrobiológicos son materia orgánica que se puede aprovechar mediante el compostaje y que pueden reemplazar a los restos vegetales, ya que el compost elaborado con residuos hidrobiológicos contiene cantidades similares de nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio que el compost elaborado con solo restos vegetales.

Palabras clave: aprovechamiento, descomposición, disposición, residuos.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of evaluating the composting time of rainbow trout hydrobiological residues and determining the content of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) of the compost obtained from hydrobiological residues. The composting time of the hydrobiological waste was determined by counting the days from the conditioning of the waste in buckets until the characteristic compost was obtained. The nitrogen, phosphorus and potassium content was determined in the soil and water laboratory of the Illpa Experimental Station of INIA Puno. The design used was complete at random with 06 treatments, 01 control and three repetitions. The 30/50 F and 30/50S treatments were composted at 29 and 30 days respectively, while the 50/30F and 50/30S treatments needed 64 and 67 days respectively, however the 70/30C control that does not contain hydrobiological residues it required up to 119,33 days to compost, with a significant difference between the treatments and the control. On the other hand, the 50/30F treatment presented 0,27% nitrogen, the 30/50S treatment presented 0,253% nitrogen and the 70/30C control 0,26% nitrogen, with no significant difference between the treatments and the control; In the same way, the 50/30S treatment presented 18,867ppm of phosphorus, the 40/40F treatment presented 17,867ppm and the 70/30C control 17,540ppm; Similarly, in the case of potassium, the 50/30F treatment presented 280,2 ppm of potassium, the 30/50F treatment 204,58 ppm and the 70/30C control 299.8 ppm, with no significant difference between the treatments and the control, due to which we can say that hydrobiological residues are organic matter that can be used through composting and that can replace plant remains, since compost made with hydrobiological residues contains similar amounts of nutrients nitrogen, phosphorus and potassium than compost made with only plant remains.

Keywords: use, decomposition, disposal, waste.

INTRODUCCIÓN

La región de Puno vive actualmente un crecimiento exponencial en acuicultura y las actividades relacionadas a esta, sin embargo esto ha llevado también a que los residuos generados en estas actividades económicas crezcan simultáneamente. Los principales residuos generados son los denominados residuos hidrobiológicos, los cuales están conformados principalmente por vísceras, espinazos, cabezas, aletas, etc. residuos que en su mayoría son dispuestos inadecuadamente al ser enterrados, arrojados a cuerpos de agua, o en el peor de los casos son utilizados para alimentar a truchas, lo que genera una contaminación del suelo y el agua. Actualmente en muchos países y en algunas regiones del país los residuos hidrobiológicos son utilizados para elaborar harinas y ensilados, lo que le da valor agregado a estos residuos, sin embargo en la región de Puno no se practican dichas metodologías debido a la gran inversión que se requiere. Debido a estas razones, el compostaje se presenta como una alternativa accesible económica y ambientalmente sostenible, ya que permitiría aprovechar los residuos hidrobiológicos para elaborar fertilizantes orgánicos que pueden ser utilizados en la agricultura, lo que reduciría o en el mejor de los casos evitaría la contaminación ambiental por estos residuos. En la región de Puno no se practica el compostaje como método de disposición final de los residuos hidrobiológicos por lo que es necesario establecer el tiempo en el cual estos residuos pueden compostarse asimismo, determinar el contenido de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en el compost que se obtendría, de esta forma se demostraría que el compostaje es una forma de aprovechar los residuos hidrobiológicos de la trucha arcoíris, ya que en muchas investigaciones se determinó que los restos de la pesca y acuicultura pueden ser utilizados como materia prima para elaborar compost y que estos contienen cantidades similares de nutrientes que el compost elaborado solo con restos vegetales, de la misma forma estos restos fueron utilizados para elaborar fertilizantes líquidos que contenían importantes cantidades de nutrientes que mejoran el desarrollo de muchos cultivos. En tal sentido se desarrolló el

presente trabajo con las siguientes hipótesis: si se aumenta la cantidad de residuos hidrobiológicos, entonces aumenta el tiempo de compostaje; el compost elaborado con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris presenta mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el procesamiento del pescado se generan grandes cantidades de residuos hidrobiológicos provenientes de las partes del pescado que no son útiles para el consumo, en estos residuos se encuentran las vísceras, espinazos, piel, huesos, cabezas, etc. los que representa del 20% al 50% del pescado. La industria pesquera industrial y artesanal generan alrededor de 29 millones de toneladas de residuos durante toda la cadena de valor a nivel mundial (FAO, 2009), lo que genera un aumento de la contaminación.

En muchas partes del mundo se utiliza como método de disposición final de estos residuos la elaboración de harinas y ensilados de pescado (Spanopoulos-Hernandez et al., 2010), no obstante estos métodos requieren grandes inversiones.

En el Perú y como en otros países en vías de desarrollo, existen en algunas regiones empresas que utilizan los residuos hidrobiológicos también con el mismo fin, que de alguna forma aprovechan esos residuos, no obstante en la región de Puno no existen

empresas que realicen la disposición final o aprovechen los residuos hidrobiológicos, lo que propicia que estos residuos se viertan al medio ambiente, contaminando playas y cuerpos de agua (Guillen et al., 1998). Actualmente las empresas y personas naturales de lugares como Pomata y Lagunillas que se dedican al procesamiento pesquero, no cuentan con métodos adecuados y accesibles económicamente a métodos de disposición de los residuos hidrobiológicos que generan. Debido al alto costo de producción de harina residual, ensilados, disposición por EO-RS (Empresas operadoras de residuos sólidos) y a la falta de empresas que aprovechen estos residuos, los procesadores pesqueros incurrir en malas prácticas, las que incluyen enterrar los residuos, arrojarlos a algún cuerpo de agua o incluso alimentar truchas con dichos residuos, lo que da como resultado la contaminación del suelo y del agua.

Debido a la necesidad de contar con métodos adecuados y económicos de disposición final o aún mejor, contar con métodos accesibles de aprovechamiento de los residuos hidrobiológicos, se podría elaborar compost haciendo uso de todos estos residuos y aprovechar la importante cantidad de nutrientes que contienen, para lo cual se tendría que conocer la cantidad adecuada de residuos hidrobiológicos que se puede compostar, así como el tiempo aproximado de compostaje. Por otra parte al aprovechar estos residuos obtendremos compost con grandes cantidades de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), de esta forma tendríamos un método adecuado y económico para disponer los residuos pesqueros y reduciríamos la contaminación ambiental que se genera a causa de los residuos hidrobiológicos y mejor aún daríamos un valor agregado a estos residuos al producir abono orgánico que podría ser utilizado en la agricultura y/o en la recuperación de suelos degradados.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el tiempo en el que se compostan los residuos hidrobiológicos y cuál es el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es el tiempo en el que se compostan los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno?

¿Cuál es el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado a base de residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONAL

Banegas et al. (2018) elaboraron compost con residuos de la pesca, apreciaron que los parámetros de C/N, humedad, pH, nitrógeno, fósforo y potasio indicaron la factibilidad de los residuos de pescado para ser compostados además, al elaborar compost con residuos de la pesca y establecer un proceso de recolección y segregación concluyeron que la elaboración de compost utilizando residuos de pescado constituye una alternativa económica e innovadora de solución a los problemas ambientales generados por los residuos de la pesca, acuicultura y las actividades relacionadas a estas.

Romero (2017) al elaborar un estudio técnico para la elaboración de abonos orgánicos con residuos generados del procesado del pescado, estableció que de las mejores formas de tratamiento de residuos sólidos y líquidos del proceso de pescado el compostaje es el mejor, ya que garantiza la sostenibilidad de la actividad productiva y reduce la contaminación ambiental.

López et al. (2017) determinaron las propiedades del compost a base de bagazo y concluyeron, que el compost elaborado con bagazo de azucareras contiene una humedad del 59%, pH de 8,2, 1% de nitrógeno, 1,3% de fósforo, 1,1% de potasio y 1,1% de magnesio.

Bohórquez et al. (2015) determinaron la calidad del compost elaborado con restos de caña de azúcar y encontraron que el tiempo de compostaje que garantiza una adecuada

maduración de nutrientes es de 90 días, asimismo la mezcla de 50% de cachaza y 50% de bagazo suplementada con $2m^3$ de vinaza, presentaron 1,3% de nitrógeno, 1,7% de fosfato, 1,0% de potasio y un pH de 7,1.

Campoverde & Castillo (2015) determinaron la factibilidad de la fabricación y comercialización de abonos elaborados a base de residuos de la pesca y mencionan que el 96% de personas de Guayas prefieren utilizar abonos orgánicos, además el 78% de agricultores están dispuestos a utilizar abonos a base de restos de pescado.

Vega (2015) evaluó la eficiencia de los abonos elaborados con residuos de la pesca y determinó, que es factible el uso de estos residuos para la elaboración de compost siendo similar en el contenido de N, P, K al compost de restos vegetales.

Jiménez (2012) al elaborar abonos líquidos con residuos de vísceras de trucha, menciona que la cantidad de vísceras de trucha influye en la calidad del biol, siendo el 30% la cantidad ideal para obtener un mayor contenido de macro y micro nutrientes 0,28% de nitrógeno, 0,017% de fósforo, 1,81% de potasio, 1,6% de calcio, 0,021% de azufre, y 4308 ppm de magnesio.

Florez et al. (2020) mencionan que la fermentación láctica permite estabilizar y aprovechar los residuos de la pesca y la acuicultura, obteniendo abonos líquidos con materia orgánica de 171,24g/l, 12040 mg/l de nitrógeno, 1189,95mg/l de fósforo y 5540mg/l de potasio, así como los micronutrientes necesarios para el desarrollo vegetal, también menciona que no se encuentran patógenos y niveles altos de metales pesados, por lo que no se reconoce a este producto como fito tóxico ya que se puede utilizar en ferti irrigación y fertilización de suelos.

Delgado et al. (2019) se propusieron elaborar fertilizantes con residuos de pescado y manifiestan que las vísceras de pescado provenientes de la pesca y acuicultura se pueden aprovechar para la elaboración de abonos orgánicos y que la relación de vísceras y agua con mayor cantidad de nitrógeno y fósforo fue la de 75:25, en cambio la

relación que mostró mayor concentración de potasio fue la de 65:35, por otra parte la cantidad de nitrógeno encontrado en los abonos van desde 0,38% a 0,56%, 719,47 ppm a 1732,56 ppm de fósforo y 0,046ppm de potasio.

Concha (2019) determinó las características fisicoquímicas del biol de vísceras de trucha y menciona que la mejor mezcla que elaboraron fue la de 42,85% de vísceras, 42,85% de agua y microorganismo eficientes, ya que en esta mezcla la concentración de nitrógeno fue de 0,54% a 7,96%, 36g/l de fósforo y 439mg/l de potasio, del mismo modo evidencia una gran actividad microbiana debido a la presencia de microorganismos como *Bacillus* sp. *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp., siendo los microorganismos aerobios 26×10^3 ufc/g, los hongos en 3×10^3 ufc/g y los actinomicetos en 11×10^3 ufc/g.

1.2.2. NACIONAL

Tamayo (2018) al analizar la cantidad adecuada de vísceras, pH, temperatura, concentración de N, P, K del abono, se observa que las vísceras de pescado son desechos provenientes de la pesca y la acuicultura que se pueden aprovechar como materia prima en la elaboración de abonos orgánicos como el compost y el biol asimismo menciona que la relación de vísceras y agua de 75:25 es la que mayor cantidad de N, P y K presentó y que la mejor temperatura de fermentación está entre 35 C° y 40 C°..

Saldaña et al. (2018) le dieron valor agregado a las vísceras de pescado mediante la elaboración de biofertilizantes y observaron que los fertilizantes elaborados con vísceras de pescado mejora la fertilidad del suelo al incrementar la materia orgánica en 27%, el nitrógeno en 87% y el potasio en 20%, asimismo aumenta el desarrollo de *Capsicum pubescens*.

Vera (2018) al elaborar compost de alta calidad con residuos de una PTAR observó, que el compost obtenido utilizando lodos de una PTAR presenta un color marrón oscuro, del cual no se reconocen los componentes originales, olor agradable a tierra o mantillo, de

contextura granulosa, con un pH de 8,72 y el contenido de macroelementos y microelementos se encuentran en niveles adecuados.

Palacin (2017) evaluó la influencia del abono líquido elaborado con restos de pescado y determinó que favorecen el crecimiento de *Raphanus sativus* debido al contenido de 7,112g/l de nitrógeno, 0,517g/l de fósforo y 1,945g/l de potasio.

Cando & Malca (2016) desarrollaron abonos orgánicos líquidos y observaron que el biol que se obtiene a base de estiércol, agua y desechos orgánicos, cuenta con 18,20 g/l de nitrógeno, 21,11% de carbono orgánico, 7,6g/l de fósforo y 9,0 g/l de potasio, por lo que es un abono excelente en nutrientes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el tiempo de compostaje y el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno
- Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Producción de trucha

La FAO, menciona que en el año 2014 la producción de pesca fue de 93,4 millones de toneladas y la de acuicultura fue de 73,8 millones de toneladas (ITP, 2018). En el año 2015 se llegó a cosechar 90996 toneladas de recursos hidrobiológicos en todo el Perú, de los cuales los más producidos son la trucha, concha de abanico, langostino y tilapia (PRODUCE, 2016) citado por (Montesinos, 2018). La región de Puno, según la Dirección Regional de la Producción de Puno es el primer productor de trucha a nivel nacional, superando en el año 2018 las 46051 toneladas (Ocola et al., 2021), según la Dirección Regional de la Producción de Puno para el 2019 en la región de Puno se cosecharon 32549 toneladas de trucha, en el 2020 se cosecharon 33962 toneladas, en el 2021 se cosecharon 32664 toneladas y en el 2022 se cosecharon 32434 toneladas de trucha.

2.1.2. Residuos hidrobiológicos

Debido al incremento de la actividad acuícola en la región de Puno, esto también ha ido acompañado del incremento de residuos sólidos conformados por vísceras, espinazos, cabezas, aletas, representado del 50% al 82% de peso perdido y residuos líquidos como las aguas sanguinolentas (sanguaza). Estos residuos representan una importante fuente de materia prima para elaborar compost, debido a que los residuos hidrobiológicos contienen grandes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos que pueden ser utilizados para elaborar abonos orgánicos. En la actualidad en la región de Puno no se cuenta con una metodología que garantice el adecuado tratamiento de los residuos hidrobiológicos, siendo este problema uno de los que no permite un desarrollo sustancial de la actividad acuícola en la región.

2.1.3. El compost

El compost es un abono orgánico de elevada calidad, homogéneo y asimilable para las plantas que se obtiene de un proceso aeróbico de descomposición microbiana de material vegetal y heces de animales con la adecuada humedad y temperatura (ACESF, 2018). Por su parte el Ministerio del Medio Ambiente (2004) define al compost como el producto de la descomposición natural de la materia orgánica hecha por microorganismos (bacterias y hongos) y pequeños animales detritívoros (lombrices y escarabajos).

2.1.4. Elaboración de compost

El compostaje consiste en la transformación aerobia de la materia orgánica por parte de muchos tipos de microorganismos entre bacterias y hongos (Bohórquez, 2019). Asimismo Koigeburg (2007) señala que es la descomposición de materiales orgánicos en condiciones controladas de humedad y aireación. Por lo cual mediante el compostaje de residuos de la pesca se obtienen fertilizantes estables y de carácter ecológico por su origen natural (ITP, 2018). La FAO (2013) asevera que el compostaje proporciona la posibilidad de transformar los residuos orgánicos en insumos para la agricultura.

2.1.5. Factores que influyen en la elaboración del compost

a. Temperatura

Es uno de los más importantes factores que condiciona las reacciones bioquímicas, a medida que aumenta, el proceso metabólico también aumenta hasta alcanzar un punto crítico. En función a la temperatura en el compostaje se presentan tres fases, fase mesófila (temperaturas menos a 45° C), una fase termófila (temperaturas mayores a 45° C) y una fase mesófila de enfriamiento, cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los ambientales. En general las variaciones térmicas deben estar entre 20° C y 70° C (Bohórquez, 2019).

b. Oxígeno

Es indispensable debido a que la mayoría de microorganismos involucrados en el compostaje son aerobios, por lo cual es necesario oxigenar mediante volteos, mecánicamente o mediante aire forzado, la falta de oxígeno promueve la proliferación de malos olores, la forma más eficiente y económica de realizar la oxigenación es el volteo (Bohórquez, 2019). La saturación de oxígeno en el medio debe mantenerse entre 5% y 10% (FAO, 2013). Es difícil monitorear el oxígeno en campo, por lo que solo se hace en función a la humedad y la temperatura (ACESF, 2018).

c. Humedad

El protoplasma y los residuos utilizados están conformados por agua, así el contenido de humedad debe de ser alrededor de 55% en el proceso de compostaje, valores superiores a 60% crean ambientes anaerobios y valores menores de 45% detiene los procesos oxidativos de los microorganismos (FAO, 2013). Por otro lado ACESF (2018) manifiesta que una humedad de 45% a 60% es adecuada para el crecimiento de microorganismos.

d. pH

El pH es otro factor importante, debido a que los microorganismos viven en un pH óptimo, el cual favorece su crecimiento, es sabido que se aplica cal como alcalinizante al compost. En la primera fase el pH disminuye debido a la liberación de ácidos orgánicos, en la segunda etapa el pH aumenta debido al metabolismo de los ácidos orgánicos y en la tercera fase el pH se estabiliza cercana a la neutralidad, debido a los compuestos húmicos. El mantenimiento de una buena aireación regula el pH, un pH por encima de 7,5 es indicador de una buena descomposición (Bohórquez, 2019), del mismo modo ACESF (2018) menciona que el pH adecuado es de 5,8 a 7,2. La mayor actividad bacteriana se da en pH de 6,0 a 7,5, la mayor actividad fúngica se da en pH de 5,5 a 8,0, siendo el rango ideal de 5,8 a 7,2 (FAO, 2013).

e. Tamaño de la partícula

Se recomienda que las partículas vegetales y animales utilizadas sean de 1 cm a 5cm de diámetro, debido a que a un menor tamaño de partículas mayor relación superficie/volumen y una mayor actividad microbiana, sin embargo cuando las partículas son muy pequeñas se disminuye la porosidad, reducido la disponibilidad de oxígeno por lo que se reduce la oxidación de la materia orgánica (Bohórquez, 2019). Sin embargo la FAO (2013) hace mención que el tamaño ideal de partículas para el compostaje es de 5cm a 20cm.

f. Relación carbono nitrógeno

El carbono y el nitrógeno son los elementos más importantes para el metabolismo de los microorganismos, se considera que una relación apropiada de carbono y nitrógeno para el inicio del compostaje debe de ser 25/35, cuando la relación supera los 40, la actividad microbiana se ve limitada y si por el contrario la relación es menor de 20, el proceso se acelera, pero se libera nitrógeno al ambiente en forma de amónico, perdiendo elementos

finales. En la práctica se recomienda realizar una mezcla de 60% de residuos animales y 40% de residuos vegetales con baja lignificación (Bohórquez, 2019).

2.1.6. Efectos del compost en el suelo

La aplicación de compost al suelo promueve el desarrollo de los cultivos, al influir positivamente de manera directa e indirecta en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Bohórquez, 2019). Incrementa la retención de humedad del suelo, mejora la porosidad del suelo, estimula el desarrollo radicular de las plantas, otorga resistencia a la erosión, asimismo incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) del suelo, contribuye a enfrentar la fertilidad del suelo mediante la liberación de N, P, S, Cobre y Boro, incrementa la capacidad buffer del suelo y aumenta la carga microbiana del suelo (Cajamarca, 2012).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- ❖ **Nitrógeno.** Es un gas incoloro e inodoro, estimula el crecimiento de las plantas, es absorbido por éstas en forma de nitrato y amonio para formar aminoácidos y proteínas.
- ❖ **Fósforo.** Es un mineral esencial para la transferencia de energía, es importante para la fotosíntesis, crecimiento de tejidos y diferenciación celular.
- ❖ **Potasio.** Es un mineral, funciona como activador de enzimas, es importante en la síntesis de proteínas y carbohidratos, incrementa la tolerancia a sequías, heladas y enfermedades.
- ❖ **Visceras.** Son los órganos blandos internos de los animales, formado por el corazón, riñones, pulmones, órganos del aparato digestivo, reproductor y excretor.
- ❖ **Residuos.** Los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos que ya no necesitas, pero que pueden ser reaprovechados.
- ❖ **Residuos orgánicos.** Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición.

- ❖ **Disposición final.** Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- ❖ **Tratamiento.** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final.
- ❖ **Reaprovechamiento.** Es beneficiarse con un bien ya utilizado
- ❖ **Descomposición.** Proceso mediante el cual una sustancia se transforma en una más simple.
- ❖ **Tiempo de compostaje.** Tiempo que tarda la materia orgánica en transformarse en compost
- ❖ **Valorización.** Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.
- ❖ **Valorización Material.** Es la reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que a través de procesos de transformación física, química, u otros, demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El compost elaborado con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, presenta mayor tiempo de compostaje y mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- ❖ Si se aumenta la cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, entonces aumenta el tiempo de compostaje
- ❖ El compost elaborado con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, contiene mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la ciudad de Puno a 3826 msnm, localizada en la sierra del sudeste del Perú, en la meseta del Collao, a 15°50'15" de latitud Sur, 70°01 '18'1 de longitud Oeste, una temperatura que varía de -4° C a 17° C y una precipitación de 600 mm, las vísceras fueron provistas por la empresa Piscifactorías de los Andes, ubicada en el C.P. de Salcedo, el restos de materiales e insumos fueron adquiridos en mercados locales de la ciudad de Puno.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Tabla 01: Población y muestra por cada objetivo específico

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA
Determinar el tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno	El total de residuos hidrobiológicos generados en un día por la empresa Piscifactorías de los Andes S.A. que van de 300 kg a 400 kg/día	- 72 kg de residuos hidrobiológicos frescos - 72 kg de residuos hidrobiológicos conservados con sal
Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno	Todo el compost obtenidos	01 kg de compost de cada unidad experimental (balde)

Nota. Los residuos hidrobiológicos fueron proporcionados por la empresa Piscifactorías de los Andes S.A.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICA

3.3.1. Determinación del tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región puno

3.3.1.1. Acondicionamiento de la compostera

Se utilizaron 21 baldes de plástico limpios de 20 litros a los cuales se les hizo tres orificios en la base como drenaje, los baldes fueron colocados en un lugar seco y protegido de los rayos del sol. Se evaluaron seis tratamientos y un control según los detalles de la tabla 02.

Tabla 02: Tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos*	Contenido de materias primas en cada tratamiento
30/50F	30% de vísceras, 50% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
40/40F	40% de vísceras, 40% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
50/30F	50% de vísceras, 30% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
30/50S	30% de vísceras, 50% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
40/40S	40% de vísceras, 40% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
50/30S	50% de vísceras, 30% de restos vegetales y 20% de guano de ovino
70/30C	70% de restos vegetales y 30% de guano de ovino

Nota. *F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control

3.3.1.2. Recolección de materia prima

Para la elaboración del compost, la materia prima tuvo dos procedencias, la primera fueron restos domésticos, conformado por cáscaras de verduras, frutas, tubérculos, restos vegetales etc. que se recogieron en viviendas de la ciudad de Puno y el mercado “Unión y Dignidad” de la ciudad de Puno. Los residuos hidrobiológicos de trucha se obtuvieron de la empresa Piscifactorías de los Andes S. A., estos residuos estuvieron

formados por vísceras de trucha arcoíris fresca y vísceras de trucha conservadas con sal y finalmente se obtuvo estiércol de ovino de la comunidad Raya del distrito de Chucuito de la provincia de Puno.



Figura 01: Materias primas utilizadas para la elaboración del compost

3.3.1.3. Acondicionamiento

Como se menciona en la tabla 02, se evaluaron 6 tratamientos y un control, el acondicionamiento se realizó en función a la cantidad de vísceras y restos vegetales. La cantidad de estiércol se mantuvo constante en los tratamientos, pero no en el control, debido a que el estiércol es la principal fuente de microorganismos de la mezcla.

Inicialmente se procedió a picar los restos vegetales de forma manual, posteriormente se picaron las vísceras también de forma manual. Tomando en cuenta la distribución de las cantidades de materia prima descrita en la tabla 2, en cada balde se dispusieron capas de las diferentes materias primas de la siguiente manera: para los tratamientos 30/50F y 30/50S se utilizaron 7 kg de vísceras, 3 kg de restos vegetales 1,7 kg de guano de ovino; para los tratamientos 40/40F y 40/40S se utilizaron 9,33 kg de vísceras, 2,8 kg de restos vegetales y 1,7 kg de guano; y para los tratamientos 50/30F y 50/30S, se utilizaron 11,66 kg de vísceras, 1,8 kg de restos vegetales y 1,7 kg de guano, los cuales fueron

distribuidos uniformemente en una primera capa de restos vegetales, seguida de una capa de vísceras, y otra de guano, esto se repitió por tres veces hasta llenar el balde, luego se humedecieron con agua corriente. Se colocaron 02 trozos de tubos de PVC de 1/2` para que sirvan como respiradores y finalmente se taparon los baldes con un plástico negro. Los baldes fueron ubicados de forma al azar.

30/50 F	70/30 C	30/50 F	30/50 S	40/40 F	50/30 S	40/40 S
70/30 C	30/50 F	40/40 F	50/30 F	30/50 S	50/30 S	50/30 F
40/40 F	50/30 F	50/30 S	40/40 S	70/30 C	30/50 S	40/40 S

Figura 02: Ubicación al azar de cada balde

Se utilizó un diseño experimental completo al azar con seis tratamientos, un control y tres repeticiones, en donde en cada tratamiento se evaluaron las cantidades apropiadas de vísceras (relación vísceras: restos vegetales) y el tiempo de compostaje de cada relación.



Figura 03: Acondicionamiento de los materias primas en los baldes

3.3.1.4. Maduración del compost

Se dejó madurar durante 10 días se agregaron a cada balde 0,85 kg de guano de ovino con la finalidad de incrementar la flora microbiana y acelerar el proceso de compostaje debido a que los restos vegetales no mostraban signos de descomposición, a los 15 días se hizo el primer volteo y se agregaron 8 kg de tierra agrícola para cubrir el compost con la finalidad de evitar la presencia de plagas, los siguientes volteos y evaluaciones se realizaron cada dos días, en los casos donde ya se apreciaban características organolépticas propias de un compost las evaluaciones se realizaron diariamente para establecer el tiempo de compostaje de cada unidad experimental. Se registró el estado de descomposición del compost en cada evaluación.



Figura 04: Maduración de compost en baldes

3.3.1.5. Determinación del tiempo de compostaje

Para determinar el tiempo de compostaje se evaluó la adecuada descomposición de las materias primas utilizadas, para lo cual se evaluaron organolépticamente los compost obtenidos, apreciando su humedad, consistencia, color y olor característico. Con los datos obtenidos de la cantidad de vísceras utilizadas y el tiempo de compostaje se realizó un análisis de varianza y la prueba de tukey mediante el software Rstudio para determinar si existen diferencias en los tiempos de compostaje.



Figura 05: Descomposición de los restos hidrobiológicos

3.3.2. Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno

Una vez elaborado el compost se procedió a llevar las muestras de compost al laboratorio de análisis de suelos y agua de la Estación Experimental Illpa del INIA – Puno, en donde se evaluaron el contenido de Nitrógeno, fósforo y potasio disponible mediante los siguientes métodos: Para determinar el porcentaje de nitrógeno total se utilizó el método “Digestado”, asimismo para determinar la concentración de fósforo disponible se utilizó el método “Olsen” y para determinar la concentración de potasio se utilizó el método “Potasio disponible”. Posteriormente se realizó la comparación entre los valores obtenidos en cada tratamiento mediante el análisis de varianza ANVA y la prueba tukey al 5% haciendo uso del software RStudio versión para Windows.



Figura 06: Muestras de compost tomadas de cada balde

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

¿Cuál es el tiempo en el que se compostan los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno?

Variable independiente: cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris

Variable dependiente: tiempo de compostaje

¿Cuál es el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado a base de residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno?

Variable independiente: cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris

Variables dependientes: cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño completo al azar con seis tratamientos un control y tres repeticiones, los datos fueron analizados mediante el ANVA, la prueba de tukey al 5% con el software RStudio, para determinar la existencia de diferencia en los valores obtenidos.

CAPÍTULO IV

4. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Evaluar el tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoíris en la región de Puno

Tabla 03: Tiempo de compostaje por cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento	Repeticiones (días)		
	R1	R2	R3
30/50F	30	27	31
40/40F	45	43	47
50/30F	63	65	64
30/50S	31	30	29
40/40S	48	47	46
50/30S	68	65	68
70/30C	119	118	121

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control

En la tabla 03, se observa que el tiempo de compostaje fue muy variado yendo de 27 días hasta los 68 días en el caso de los tratamientos que contenían vísceras, tiempo en el cual las vísceras de trucha fueron completamente descompuestas, no obstante para el caso del control 70/30C donde no hubo presencia de vísceras, se requirió mayor tiempo para ser descompuesto. Las vísceras de pescado son desechos provenientes de la pesca y la acuicultura que se pueden aprovechar como materia prima en la elaboración de abonos orgánicos como el compost y el biol (Tamayo, 2018). Banegas et al. (2018) manifiestan que es factible el uso de residuos de pescado para ser compostado.

Tabla 04 : Promedio del tiempo de compostaje

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (días)	Desv.Est.
30/50F	3	29,33	2,08
30/50S	3	30	1,00
40/40F	3	45	2,00
40/40S	3	47	1,00
50/30F	3	64	1,00
50/30S	3	67	1,73
70/30C	3	119,333	1.528

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control

En la tabla 04, se aprecia que el tratamiento con menor tiempo de compostaje fue 30/50F con 29,33 días y el que mayor tiempo presentó fue 50/30S con 67 días, no obstante también se observa que el control 70/30C necesitó 119 días para poder descomponerse. Esto es similar a lo reportado por Bohórquez et al. (2015) quienes determinaron que el compost elaborado con caña de azúcar requiere 90 días de maduración. El compostaje es la mejor forma de tratamiento de residuos del proceso

del pescado, garantiza la sostenibilidad de la actividad y reduce la contaminación (Romero, 2017).

Tabla 05: Prueba Tukey del tiempo de compostaje

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (Días)	Agrupación
70/30C	3	119,333	A
50/30S	3	67	B
50/30F	3	64	B
40/40S	3	47	C
40/40F	3	45	C
30/50S	3	30	D
30/50F	3	29	D

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

En la tabla 05, se puede apreciar que existe diferencia significativa ($f < 0,05$) entre los tratamientos que tienen diferente relación de vísceras y restos vegetales, más no hay diferencia significativa entre los tratamientos que tienen la misma relación de vísceras y restos vegetales. La elaboración de compost utilizando residuos de pescado constituye una alternativa económica, innovadora de solución a los problemas ambientales generados por los residuos de la pesca, acuicultura y las actividades relacionadas a estas (Banegas et al., 2018). Asimismo Concha (2019) manifiesta que existe una gran actividad microbiana en abonos elaborados con residuos de pescado. Del mismo modo no se encuentran microorganismos patógenos ni niveles altos de metales pesados por lo que pueden ser usados en fertirrigación y fertilización de suelos (Florez et al., 2020). Por

esta razón muchos agricultores prefieren utilizar abonos orgánicos y en especial abonos elaborados con residuos de la pesca para fertilizar suelos (Campoverde & Castillo, 2015).



Figura 07: Proceso de descomposición de los restos vegetales e hidrobiológicos.

En la figura 07, se visualiza que los residuos hidrobiológicos son los primeros en descomponerse, transformándose en una materia harinosa blanquecina, posteriormente pierde el color blanquecino adoptando el color negro característico del compost.

4.2 Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno

Tabla 06 : Contenido de nitrógeno el compost

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	Repeticiones (%)		
	R1	R2	R3
30/50F	0,27	0,27	0,26
40/40F	0,27	0,25	0,28
50/30F	0,27	0,26	0,28
30/50S	0,25	0,25	0,26
40/40S	0,27	0,26	0,25
50/30S	0,27	0,27	0,26
70/30C	0,26	0,26	0,26

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control

En la tabla 06, se aprecia el porcentaje de nitrógeno de los composts que se elaboraron los cuales van de 0.25% a 0.28%, siendo similares a los encontrados por Jiménez (2012) quien manifiesta que los abonos líquidos elaborados con vísceras de pescado contienen 0,28% de nitrógeno. Por otro lado, Florez et al. (2020) obtuvieron abonos líquidos de residuos de la pesca con 12040 mg/l de nitrógeno, al cual también le aplicó la fermentación láctica.

Tabla 07: Promedio del porcentaje de nitrógeno**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (%)	Desv.Est.
30/50F	3	0,267	0,00577
30/50S	3	0,253	0,00577
40/40F	3	0,267	0,01528
40/40S	3	0,260	0,01000
50/30F	3	0,270	0,01000
50/30S	3	0,267	0,00577
70/30C	3	0,260	0,0

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control, N: número de repeticiones.

En la tabla 07, se aprecia que numéricamente existe diferencia entre los promedios del porcentaje de nitrógeno que contiene los compost elaborados, siendo el tratamiento 30/50S el que menor porcentaje de nitrógeno presentó con 0.253%, sin embargo el tratamiento 50/30F presentó mayor porcentaje de nitrógeno con 0.27%, estos valores son similares a los encontrados por Delgado et al. (2019), quienes determinaron que la cantidad de nitrógeno encontrado en los abonos elaborados con vísceras de pescado van desde 0,38% a 0,56%, por otro lado Concha (2019), encontró que el biol elaborado con vísceras de trucha contiene de 0,54% a 7,96% de nitrógeno.

Tabla 08 : Prueba de Tukey del porcentaje de nitrógeno del compost**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (%)	Agrupación
50/30F	3	0,270	A
50/30S	3	0,267	A
40/40F	3	0,267	A
30/50F	3	0,267	A
70/30C	3	0,260	A
40/40S	3	0,260	A
30/50S	3	0,253	A

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

En la tabla 08, se puede apreciar que a pesar de haber diferencia numérica entre los tratamientos, después del análisis de varianza y la prueba de Tukey, no se aprecia diferencia significativa ($f > 0.05$), entre los tratamientos y el control, esto se deba probablemente a que no se usaron cantidades considerables de residuos. No obstante el compost elaborado con residuos de la pesca presenta cantidad de nitrógeno similar al compost elaborado de restos vegetales (Vega, 2015). Palacin (2017) manifiesta que el abono líquido elaborado con restos de la pesca contiene 7,112g/l de nitrógeno. De la misma forma el compost elaborado con bagazo de azúcar contiene 1% de nitrógeno (López et al., 2017), mayor a lo que se encontró, esto se debe a que se agregó suelo y esto diluyó la cantidad de nitrógeno. Los fertilizantes elaborados con vísceras de pescado mejora la fertilidad del suelo al incrementar nitrógeno en 87% (Saldaña et al., 2018), esto es similar a lo encontrado por Cando & Malca (2016) quienes concluyeron que el biol de desechos vegetales y estiércol contiene 18,20 g/l de nitrógeno.

Tabla 09 : Concentración de fósforo en el compost**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	Repeticiones (ppm)		
	R1	R2	R3
30/50F	18	17,6	18,8
40/40F	18,4	17,6	17,6
50/30F	18,4	18,33	19
30/50S	18,8	18,8	17,4
40/40S	19,2	18,4	18,8
50/30S	19	19,2	18,4
70/30C	18,25	16,77	17,6

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control, N: número de repeticiones.

En la tabla 09, se aprecia que la concentración de fósforo de los composts que se elaboraron va de 16,77 ppm a 19,2 ppm, sin embargo Delgado et al. (2019) manifiestan que el fertilizante elaborado con residuos de pescado contienen 719,47ppm a 1732 ppm de fósforo. Asimismo Concha (2019) concluyó que el biol elaborado con vísceras de trucha contiene 0,36 g/l de fósforo.

Tabla 10 : Promedio de la concentración de fósforo**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (ppm)	Desv.Est.
30/50F	3	18,133	0,611
30/50S	3	18,333	0,808
40/40F	3	17,867	0,462
40/40S	3	18,800	0,400
50/30F	3	18,577	0,368
50/30S	3	18,867	0,416
70/30C	3	17,540	0,742

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control, N: número de repeticiones.

En la tabla 10, se aprecia que numéricamente existe diferencia entre los promedios de la concentración de fósforo que contiene los compost elaborados, siendo el control 70/30C el que presentó menor cantidad de fósforo con 17,540ppm por otro lado, el tratamiento 50/30S presentó mayor concentración de fósforo con 18,867ppm. Jiménez (2012) demostró que el abono líquido de vísceras de trucha contiene 0,017% de fósforo, del mismo modo Palacin (2017) concluyó que el abono de restos de pescado presenta 0,517g/l de fósforo.

Tabla 11: Prueba de Tukey a la concentración de fósforo**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (ppm)	Agrupación
50/30S	3	18,867	A
40/40S	3	18,800	A
50/30F	3	18,577	A
30/50S	3	18,333	A
30/50F	3	18,133	A
40/40F	3	17,867	A
70/30C	3	17,540	A

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

En la tabla 11, apreciamos que a pesar de haber diferencia numérica entre los tratamientos, no existe diferencia significativa ($f > 0,05$) entre los tratamientos, esto se deba probablemente a que no se utilizaron vísceras de trucha en cantidades considerables. El abono elaborado con residuos de la pesca contiene similar cantidad de fósforo que el abono elaborado con residuos vegetales (Vega, 2015). Por otra parte Cando & Malca (2016) afirma que el biol de estiércol agua y desechos orgánicos contiene 7,6 g/l de fósforo. El compost elaborado con bagazo de caña contiene 1,3% de fósforo (López et al., 2017). Al aplicar la fermentación láctica a los residuos de la pesca se obtienen abonos líquidos con 1189,95mg/l (Florez et al., 2020).

Tabla 12 : Contenido de potasio en el compost

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	Repeticiones (ppm)		
	R1	R2	R3
30/50F	215,03	195,49	203,23
40/40F	215,03	215,03	371,43
50/30F	254,13	332,33	254,13
30/50S	254,13	254,13	195,49
40/40S	254,13	234,58	215,03
50/30S	215,03	215,03	332,33
70/30C	254,15	371,43	273,68

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control

En la tabla 12, se aprecia la concentración de potasio en los composts que se elaboraron la cual va de 195,49 ppm a 371,43ppm. Los fertilizantes elaborados con residuos de pescado contienen 0,046ppm de potasio (Delgado et al., 2019). Asimismo Concha (2019) manifiesta que el biol de vísceras de trucha contiene 439mg/l de potasio.

Tabla 13 : Promedios de la cantidad de potasio**Fuente:** Elaboración propia

Tratamientos	N	Media (ppm)	Desv.Est.
30/50F	3	204,58	9,84
30/50S	3	234,6	33,9
40/40F	3	267,2	90,3
40/40S	3	234,6	19,6
50/30F	3	280,2	45,1
50/30S	3	254,1	67,7
70/30C	3	299,8	62,8

Nota. F: vísceras frescas, S: vísceras conservadas con sal, C: control, N: número de repeticiones.

En la tabla 13, observamos que existen diferencias numéricas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 30/50F el que menor cantidad de potasio presentó con 204,58 ppm, por otra parte fue el control 70/30C el que presentó mayor cantidad de potasio con 299,8ppm, esto se debe a que los restos vegetales contienen mayor cantidad de potasio que los residuos hidrobiológicos. Los abonos elaborados con restos de pescado contienen 1,945g/l de potasio (Palacin, 2017). Por otra parte Jiménez (2012) manifiesta que el biol de vísceras de trucha contiene 1,81% de potasio.

Tabla 14 : Prueba Tukey de la cantidad de potasio**Fuente:** Elaboración Propia

Tratamientos	N	Media (ppm)	Agrupación
70/30C	3	299,8	A
50/30F	3	280,2	A
40/40F	3	267,2	A
50/30S	3	254,1	A
30/50S	3	234,6	A
40/40S	3	234,6	A
30/50F	3	204,58	A

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

En la tabla 12, se observa que a pesar de existir diferencia numérica, no existe diferencia significativa ($f > 0,05$) entre los tratamientos. El compost elaborado con residuos de la pesca contiene cantidades similares de potasio que el compost elaborado con restos vegetales (Vega, 2015). Asimismo López et al. (2017) mencionan que el biol obtenido de estiércol, agua y restos orgánicos contiene 9,0 g/l de potasio. De la misma forma los fertilizantes líquidos elaborados con residuos de la pesca contienen 5540mg/l de potasio (Florez et al., 2020). Por otra parte el compost de bagazo de azúcar contiene 1,1% de potasio (López et al., 2017) y el compost de la mezcla de cachaza y bagazo contienen 1,0% de potasio (Bohórquez et al., 2015).

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los tratamientos con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos demoraron más en compostarse en comparación a los tratamientos con menos cantidad de residuos hidrobiológicos, asimismo en el tratamiento de control ,el cual no contenía residuos hidrobiológicos el tiempo fue mayor, por otra parte el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio fueron similares durante, siendo el compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha similar al compost de residuos vegetales.

SEGUNDA: Los tratamientos con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos tardaron más en compostarse, independientemente del contenido de sal, siendo los tratamientos 50/30F y 50/30S los que necesitaron 64 y 67 días respectivamente y los tratamientos 30/50F y 30/50S solo necesitaron 29 y 30 días respectivamente, habiendo diferencia significativa entre los tratamientos. No obstante el tratamiento de control, el cual no tuvo residuos hidrobiológicos necesitó hasta 119 días para compostarse, siendo significativamente mayor que los tratamientos, por lo cual que acepta la hipótesis alterna (H1).

TERCERA: El tratamiento con mayor cantidad de nitrógeno fue el tratamiento 50/30F con 0,27% de nitrógeno, en comparación al tratamiento de control, que solo presentó 0,253%, no obstante no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el control. Por otra

parte el tratamiento que presentó mayor cantidad de fósforo fue 50/30S con 18,867ppm de fósforo, en comparación con el control, que solo presentó 17,540ppm de fósforo, sin embargo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos y el tratamiento de control. Asimismo en el caso del potasio, el control fue el que presentó mayor cantidad de potasio con 299,8ppm y el tratamiento que menor potasio presentó fue el tratamiento 30/50F con 204,58 ppm, no encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos y el tratamiento de control, por lo cual se rechaza la hipótesis alterna (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0).

RECOMENDACIONES

A los productores acuícolas, implementar el compostaje como un método de reaprovechamiento y disposición final de los residuos hidrobiológicos de trucha para generar ingresos económicos mediante la elaboración de abonos orgánicos.

Al Programa Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura a dar prioridad a proyectos de investigación que busquen dar valor agregado a los residuos hidrobiológicos.

A la Dirección Regional de la Producción de Puno a sugerir el uso del compostaje como método de disposición final de los residuos hidrobiológicos.

A la Dirección Regional Agraria, fomentar el uso del compostaje para la elaboración de abonos orgánicos y recuperar suelos degradados.

A la Universidad Privada San Carlos, realizar más investigaciones sobre el compostaje de los residuos hidrobiológicos, utilizando más cantidad de residuos, otras técnicas de compostaje como las fosas y pilas.

BIBLIOGRAFÍA

- ACESF. (2018). *Manual de producción de compost* (p. 24). Universidad Estatal Amazónica.
<https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/12/Manual-produccion-de-compost-ESF.pdf>
- Banegas, A. G., Cortés, P. E., & Fosado, T. O. (2018). Plan de manejo de residuos de pescado para el Puerto Pesquero Artesanal de Coquimbo. *Revista de Las Agrociencias*, 19(1), 91–113. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i19.1077
- Bohórquez, A., Puentes, Y. J., & Menjivar, J. C. (2015). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 15(1), 73–81.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:398
- Bohórquez, S. W. (2019). El proceso de compostaje. In R. H. A. Morales (Ed.), *El proceso de compostaje* (Primera). Universidad de la Salle.
<https://doi.org/10.19052/978-958-5486-67-6>
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. *Universidad de Cuenca* (p. 118). Universidad de Cuenca.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>
- Campoverde, A. J. R., & Castillo, M. E. L. (2015). *Estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización de abono orgánico natural en base a restos de pescados que permita ser utilizado en los cultivos agrícolas de la provincia del Guayas* [Universidad de Guayaquil].
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20283/1/ABONO_ORGÁNICO_EN_BASE_DE_RESTOS_DE_PESCADOS.pdf
- Cando, P. S. S., & Malca, A. L. (2016). Desarrollo de un abono orgánico líquido tipo biol

- usando un proceso anaerobio en bio-reactores simples. *Revista de Investigación Científica*, 13(1), 35–40. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2016.005>
- Concha, O. L. J. (2019). Microorganismos presentes y su caracterización al biol elaborado de visceras de *Oncorhynchus mykiss* J.J.W. “Trucha arcoíris” en San Pedro de Carpish - Huánuco [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
- Delgado, T. E. J., Benavente, V. G. E., & Cáceres, A. G. V. (2019). Elaboración de fertilizantes orgánicos a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrimentos minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452–461. <https://doi.org/https://doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. In *Food and agriculture organization* (p. 112). Food and agriculture organization. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Florez, J. M. A., Roldán, A. D. J., & Jascamaita, M. J. G. (2020). Evaluación de fitotoxicidad y caracterización de un fertilizante líquido elaborado mediante fermentación láctica utilizando subproductos de procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Ecología Aplicada*, 19(2), 121–131. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v19n2/1726-2216-ecol-19-02-121.pdf>
- Guillen, O., Carcamo, E., Arévalo, W., & Iglesias, S. (1998). Monitoreo e Impacto Ambiental de la Contaminación de la Bahía Ferrol. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 1(2), 71–96. <https://www.redalyc.org/pdf/620/62016248004.pdf>
- ITP. (2018). Residuos de la pesca: aprovechamiento y valor agregado. In *Boletín de Vigilancia Tecnológica* (p. 32). Instituto Tecnológico del Perú. https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/PESCA_001-2018.pdf

- Jiménez, M. L. M. (2012). Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de parroquia de Tufiño [Universidad Politécnica Estatal Del Carchi]. Universidad Politécnica Estatal de Carchi. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02670836.2016.1231746%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2011.03.055%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2016.02.076%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2012.06.095%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.11>
- Koigeburg, A. (2007). Agricultura orgánica:El compost. In *Estación Experimental Agropecuaria - Valle inferior del río Negro* (p. 17). Estación Experimental Agropecuaria - Valle inferior del río Negro. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_material_didactico_nro_05.pdf
- López, B. E., Andrade, R. A. J., Herrera, S. M., Gonzales, C. O., & García, De la Figal, C. (2017). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, 44(3), 49–55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300007
- Ministerio del Medio Ambiente. (2004). Manual básico para el compostaje. In *Journal of Cleaner Production* (p. 12). Ministerio del Medio Ambiente. http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/infografias/infografia-nucleospalmeros-2019.pdf%0Ahttp://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-24_tcm7-181450.pdf%0Apapers3://publication/uu
- Montesinos, L. J. A. (2018). Diagnóstico situacional de la crianza de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en centros de cultivo del lago Titicaca [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. In *Universidad Peruana Cayetano Heredia*. http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3862/Diagnostico_MontesinosL

opez_Jeansen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ocola, J., Escalante, J., & Ñahuincopa, A. (2021). *Diagnóstico binacional pesquero y acuícola en el ámbito del sistema hídrico lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y salar de Coipasa –TDPS. Volumen II: Acuícola* (p. 142). Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca.

Palacin, V. J. K. (2017). Elaboración del fertilizante orgánico líquido a partir de residuos de pescado para la producción del *Raphanus Sativus* – S.J.L. 2017 [Universidad César Vallejo]. In *Universidad César Vallejo*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/24610>

Romero, F. F. G. (2017). Elaboración de abono orgánico a partir de los desechos sólidos y líquidos del pescado mediante la práctica del compostaje, para minimizar el impacto ambiental en POMAROSA S.A. ubicado en la parroquia Chanduy, provincia de Santa Elena, Año 2017 [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. In *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4340>

Saldaña, V. Y., Vega, T. T. N., & Vigo, W. G. G. (2018). Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del *Capsicum pubescens* [Universidad César Vallejo]. In *Repositorio Institucional - UCV*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32029>

Spanopoulos-Hernandez, M., Ponce-Palafox, J. T., Barba-Quintero, G., Ruelas-Inzunza, J. R., Tiznado-Contreras, M. T., Hernandez-Gonzalez, C., & Shirai, K. (2010). Producción de ensilados Biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Tunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp*). para la alimentación de especies acuícolas. *Crónica Televisiva Del Año En Que Murió El Tomate*, 9(2), 167–178. <https://doi.org/10.4272/978-84-9745-393-6.ch8>

Tamayo, D. E. J. (2018). *Elaboración de abono orgánico a partir de vísceras de pescado*

para cultivos agrícolas [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6925/EDMcccacm.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Vega, G. K. B. (2015). *Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica* [Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.].
https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/58/1/Vega_García_Karla_Berenice.pdf

Vera, R. S. P. (2018). *Elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos generados en la limpieza de planta de la empresa COPEINCA SAC* [Universidad Nacional de Piura]. In *Universidad Nacional de Piura*.
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1475/MIN-VER-ROJ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1475>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>GENERAL ¿Cuál es el tiempo en el que se compostan los residuos hidrobiológicos y cual es el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno?</p> <p>ESPECÍFICOS ¿Cuál es el tiempo en el que se compostan los residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno?</p> <p>¿Cuál es el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado a base de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno?</p>	<p>GENERAL Determinar el tiempo de compostaje y el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno.</p> <p>ESPECÍFICOS Determinar el tiempo de compostaje de los residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno</p> <p>Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio del compost elaborado con residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris en la región de Puno</p>	<p>GENERAL El compost elaborado con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, presenta mayor tiempo de compostaje y mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.</p> <p>ESPECÍFICAS Si se aumenta la cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, entonces aumenta el tiempo de compostaje</p> <p>El compost elaborado con mayor cantidad de residuos hidrobiológicos de trucha arcoiris, presenta mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.</p>	<p>INDEPENDIENTE - Cantidad de residuos hidrobiológicos</p> <p>DEPENDIENTE - Tiempo de compostaje</p> <p>- Nitrógeno (%) - Fósforo (ppm) - Potasio (ppm)</p>	<p>- Peso</p> <p>- Tiempo</p> <p>- nitrógeno del compost - fósforo del compost - potasio del compost</p>	<p>Técnica - Pesado (balanza)</p> <p>- Cronometra do (calendario)</p> <p>- Digestado - Olsen - potasio disponible</p>	<p>Tipo de investigación: cuantitativa experimental</p> <p>Método: 1. observacion y medicion 2. medicion</p> <p>Población 1. Todos los residuos hidrobiológicos generados en un día en la empresa Piscifactorias de los Andes</p> <p>2. Todo el compost elaborado</p> <p>Muestra 1. 72 kg de residuos frescos 2. 72 kg de residuos conservados con sal 3. 01 kg de compost elaborado</p>

Anexo 02: informe de análisis de laboratorio



INFORME DE ENSAYO

N° 10149-32/SUMLLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Estelita Manay Gómez Mariscal
Propietario / Productor	: Reservado por el Cliente
Dirección del cliente	: Pucallpa Mariscal 8° 115
Solicitado por	: Estelita Manay Gómez Mariscal
Muestreo por	: Cliente
Muestra de muestra(s)	: 21 muestras
Producto destino	: Suyo Agrícola
Presentación de las muestra(s)	: Bolsas de plástico transparente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Presentación de muestra(s)	: Puro (Puro / Puro
Fecha(s) de muestreo	: 2023-10-27 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-10-28
Lugar de ensayo	: LABSAF Sps
Fecha(s) de análisis	: 2023-10-04 al 2023-10-04
Colaboración del servicio	: 149-20-84
Fecha de emisión	: 2023-11-11

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			I	II	III	IV	V	VI
Código de Laboratorio			542074-LL-02	542075-LL-02	542076-LL-02	542078-LL-02	542081-LL-02	542082-LL-02
Muestra Analizada			Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo
Fecha de Muestreo			2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27
Hora de Inicio de Muestras (h)			17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Codificación de la Muestra por el Cliente			700001	700002	700003	300001	300002	300003
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unit. pH	--	8.3	8.3	8.3	7.9	7.6	7.3
Conductividad Eléctrica	µS/cm	--	93	93	93	93	93	93
Materia Orgánica	%	--	7.3	7.3	7.3	7.1	7.1	7.1
Nitrogeno	%	--	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Fósforo	ppm	--	10.70	10.71	11.00	10.60	10.50	11.40
Potasio	ppm	--	224.13	211.49	217.08	204.13	204.13	191.40
Capacidad Catión	%	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Análisis de Trazas:								
Mercurio	%	--	-	-	-	-	-	-
Cadmio	%	--	-	-	-	-	-	-
Plomo	%	--	-	-	-	-	-	-
Cianuro Total (*)	---	--	-	-	-	-	-	-
Cationes Intercambiables								
Amonio (N)	mg/100g	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ITEM			I	II	III	IV	V	VI
Código de Laboratorio			542084-LL-02	542084-LL-02	542085-LL-02	542086-LL-02	542087-LL-02	542088-LL-02
Muestra Analizada			Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo
Fecha de Muestreo			2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27
Hora de Inicio de Muestras (h)			17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Codificación de la Muestra por el Cliente			404001	404002	404003	300001	300002	300003
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unit. pH	--	7.3	7.1	7.4	6.9	6.8	6.6
Conductividad Eléctrica	µS/cm	--	93	93	93	93	93	93
Materia Orgánica	%	--	7.1	7.3	7.1	7.3	7.3	7.1
Nitrogeno	%	--	0.27	0.26	0.26	0.27	0.27	0.26
Fósforo	ppm	--	10.40	11.00	11.00	10.00	10.50	10.40
Potasio	ppm	--	224.00	215.00	211.49	210.00	210.00	191.40
Capacidad Catión	%	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Análisis de Trazas:								
Mercurio	%	--	-	-	-	-	-	-
Cadmio	%	--	-	-	-	-	-	-
Plomo	%	--	-	-	-	-	-	-
Cianuro Total (*)	---	--	-	-	-	-	-	-
Cationes Intercambiables								
Amonio (N)	mg/100g	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ITEM			I	II	III	IV	V	VI
Código de Laboratorio			542089-LL-02	542089-LL-02	542090-LL-02	542090-LL-02	542091-LL-02	542092-LL-02
Muestra Analizada			Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo	Suyo
Fecha de Muestreo			2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27	2023-10-27
Hora de Inicio de Muestras (h)			17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)	17:00 (*)
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Codificación de la Muestra por el Cliente			300001	300002	300003	404001	404002	404003
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unit. pH	--	7.3	7.4	7.4	7.0	7.0	7.1

Página 1 de 2

LABSAF Sps
Ejecución: Rocío María Salcedo - Sábado - Pucallpa

Página 1 de 2



INFORME DE ENSAYO
N° 10149-22/SUILLPA

Característica	Unidad	01	02	03	04	05	06
Contenido Eléctrico	mS/cm	--	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Matena Orgánica	%	--	1.8	1.3	1.1	1.1	1.1
Almidón	%	--	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Proteína	%	--	18.2	17.0	18.8	18.3	18.4
Grasa	%	--	17.3	18.4	20.3	20.3	21.0
Carbohidrato total	%	--	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Actividad de Agua							
Ácido	%	--	1	1	1	1	1
Lípidos	%	--	1	1	1	1	1
Almidón	%	--	1	1	1	1	1
Clase Textural							
Clases Intermedias							
Módulo (N)	mmHg	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ITEM							
Código de Laboratorio		19	20	21	22	23	24
Muestra Analizada		82309-01-01	82309-01-02	82309-01-03	--	--	--
Fecha de Muestra		2022-05-27	2022-05-27	2022-05-27	--	--	--
Fecha de Inicio de Muestra (h)		17:00 (7)	17:00 (7)	17:00 (7)	--	--	--
Condición de la muestra		Conservada	Conservada	Conservada	--	--	--
Identificación de la Muestra por el Cliente		800801	800802	800803	--	--	--
Ensayo		Unidad	LC	Resultados			
pH	unit (pH)	--	7.3	7.5	7.7	--	--
Conductividad Eléctrica	mS/cm	--	0.3	0.3	0.3	--	--
Matena Orgánica	%	--	1.8	1.3	1.1	--	--
Almidón	%	--	0.2	0.1	0.2	--	--
Proteína	%	--	18.2	17.0	18.8	--	--
Grasa	%	--	17.3	18.4	20.3	--	--
Carbohidrato total	%	--	6.0	6.0	6.0	--	--
Actividad de Agua							
Ácido	%	--	1	1	1	--	--
Lípidos	%	--	1	1	1	--	--
Almidón	%	--	1	1	1	--	--
Clase Textural							
Clases Intermedias							
Módulo (N)	mmHg	--	0.0	0.0	0.0	--	--

IL METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	ISO 9905, Rev. 4, 2004. Soil analysis pt.
Conductividad Eléctrica	ISO 11063:1994(en, fr) Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corrigendum 1
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SECTE-2000. Segundo Sección (21 de Diciembre 2000). Item F.1.9.46-01.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimientos de dispersión.
Matena Orgánica	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines del rego -NRA-EA. Ed. Vers 2017 (sept-18), Pág. 58. Determinación de carbono orgánico
Almidón	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SECTE-2000. Segundo Sección (21 de Diciembre 2000). Item F.1.9.46-01.2000. Determinación de almidón total en el suelo por procedimientos de dispersión.
Proteína	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SECTE-2000 Segundo Sección (21 de Diciembre 2000). Item F.1.9.46-01.2000. Contenido de Nitrógeno en el suelo por procedimientos de dispersión.
Grasa	Manual de los procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -NRA-EA. Vers 2017 Edm 4.8-1 Pág. 62. Petróleo-Dispersión
Carbohidrato total	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SECTE-2000. Segundo Sección (21 de Diciembre 2000). Item F.1.9.46-01.2000. Determinación de carbohidrato de sales por el método de Haurstad-Ruiz-Lara.
Actividad de agua	Instrucción Manual del FDR-REV 002-C7 3.2. Planta Potenciador Modelo PFP0 and PFP1 y el PFP02.





INFORME DE ENSAYO
N° 10149-23/SUILLPA

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron.
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- (*) El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Método de prueba utilizado: 23 °C
- Alta contenido de materia orgánica.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: Jorge Carhuas Rojas - Responsable del laboratorio del LABSAF Sede Illpa



 JORGE CARHUAS ROJAS
 Director de Estudios Experimental Agraria Illpa

 Jefe del INFORME DE ENSAYO



Anexo 03: Galería de fotografías

Picado de los restos vegetales



Materias primas utilizadas en el compostaje



Acondicionamiento al azar de los baldes



Agregado de suelo al compost



Proceso de volteado del compost



Evaluación del estado de descomposición del compost



Baldes vacíos después de la toma de muestra