UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPRÓFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN AMBIENTAL Y/O SANITARIA

PRESENTADO POR:

Bach. CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH

Bach. MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCAVELICA, PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veinticinco días (25) del mes de noviembre del año 2021, siendo las diez de la mañana (10:00 a.m.), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Mg. Pedro Antonio Palomino Pastrana (Presidente), Mg. Wilfredo Sáez Huamán (Secretario), Dr. Fernando Martín Toribio Román (Asesor), reestructurados con Resolución de Decano Nº 194-2021-FCI-UNH, de fecha 12 de agosto del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA",** presentada por las Bachilleres **Karoly Lizbeth CONDORI AYALA y Naomy Brijhitt MANRIQUE QUISPE,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 11:12 am; se comunicó a las sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Karoly Lizbeth CONDORI AYALA

APROBADO	[X]	POR UNANIMIDAD
DESAPROBADO	[ ]	

Naomy Brijhitt MANRIQUE QUISPE

APROBADO	[X]	POR UNANIMIDAD
DESAPROBADO	[ ]	

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Asesor

V° B° Decano

TÍTULO:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPRÓFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

AUTORES:

Bach. CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
Bach. MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

ASESOR:

Dr. FERNANDO MARTÍN TORIBIO ROMÁN

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por su apoyo incondicional durante nuestra formación profesional, por su comprensión así como su respaldo durante todo el proceso de investigación.

A la Universidad Nacional de Huancavelica y a los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria por los conocimientos brindados en nuestra formación académica y por habernos dado la orientación necesaria para lograr nuestros objetivos.

A nuestro asesor Dr. Fernando Martín Toribio Román por su amable aceptación y orientación desde el planteamiento del proyecto de investigación hasta su culminación.

A la Municipalidad Provincial de Huancavelica, especialmente a la Sub Gerencia de Residuos Sólidos y Aguas Residuales por las facilidades brindadas para la ejecución de la investigación en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales.

Al Ing. James Curasma Ccente, encargado del Laboratorio de Nutrición Animal (LUNEA), por sus enseñanzas, apoyo y orientación en el análisis de la calidad del compost, asimismo un agradecimiento especial al Ing. Julio Daniel Enriquez Quispe.

A nuestra amiga María con quien compartimos muchas experiencias durante nuestra etapa universitaria, gracias por su apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A todas las personas que contribuyeron de alguna manera en la ejecución del presente estudio.

ÍNDICE

TÍTULO ii
AUTORES iii
ASESOR iv
AGRADECIMIENTO v
ÍNDICE DE TABLAS viii
ÍNDICE DE FIGURAS xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS xiii
RESUMEN xvi
ABSTRACT xvii
INTRODUCCIÓN xviii
CAPÍTULO I 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Descripción del problema 1
1.2. Formulación del problema 3
1.3. Objetivos 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 4
1.4. Justificación 4
CAPÍTULO II 6
MARCO TEÓRICO 6
2.1. Antecedentes 6
2.1.1. A nivel internacional 6
2.1.2. A nivel nacional 12
2.2. Bases teóricas 20
2.2.1. Hongos saprófitos 20
2.2.2. Compost 20
2.3. Bases conceptuales 21
2.3.1. Compost 21
2.3.2. Tipos de compostaje 22
2.3.3. Procesos del compostaje 23

2.3.4. Fases del compostaje 28
2.3.5. Calidad del compost 30
2.3.6. Hongos 41
2.4. Definición de términos 43
2.5. Hipótesis 45
2.6. Variables 45
2.7. Operacionalización de variables 46
CAPÍTULO III 50
MATERIALES Y MÉTODOS 50
3.1. Ámbito temporal y espacial 50
3.2. Tipo de investigación 50
3.3. Nivel de investigación 51
3.4. Método de investigación 51
3.5. Diseño de investigación 51
3.6. Población, muestra y muestreo 53
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 54
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 88
3.9. Descripción de la prueba de hipótesis: 88
CAPÍTULO IV 91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 91
4.1. Presentación e interpretación de datos 91
4.2. Discusión de resultados 132
4.3. Proceso de prueba de hipótesis 147
CONCLUSIONES 251
RECOMENDACIONES 252
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 253
APÉNDICE 260

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Razón carbono/nitrógeno de diferentes materiales 26
Tabla 2 Valores máximos permitidos que deben cumplir las clases de compost según la NCh 2880-2005..... 35
Tabla 3 Valores máximos permitidos que deben cumplir las clases de compost según la NADF 020-2011 37
Tabla 4 Límites máximos permitidos que debe cumplir el compost según la NTC 5167-2004 38
Tabla 5 Rangos permitidos de características físicas y químicas que debe cumplir el compost según la OMS 40
Tabla 6 Operacionalización de variables 46
Tabla 7 Descripción de los tratamientos y dosis de hongos aplicada por compostera..... 52
Tabla 8 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Cu..... 71
Tabla 9 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Mg..... 71
Tabla 10 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Mn..... 71
Tabla 11 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Zn..... 72
Tabla 12 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Fe 72
Tabla 13 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Pb 78
Tabla 14 Concentración de los estándares de trabajo de P 80
Tabla 15 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Ca..... 85
Tabla 16 Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de K 86
Tabla 17 Comparación del tiempo de producción promedio en días por tratamiento..... 91
Tabla 18 Resultados del tamaño de partículas (%) del compost final 93
Tabla 19 Resultados del contenido de plásticos (%) del compost final..... 94
Tabla 20 Resultados del contenido de terrones y piedras (%) del compost final..... 95
Tabla 21 Resultados del contenido de vidrios y metales (%) del compost final..... 96
Tabla 22 Comparación de la humedad promedio (%) por tratamiento del compost final ... 98
Tabla 23 Comparación del contenido de nitrógeno promedio (%) por tratamiento del compost final..... 100
Tabla 24 Comparación de la relación C/N por tratamiento del compost final..... 102
Tabla 25 Comparación del contenido de fósforo promedio (%) por tratamiento del compost final 105
Tabla 26 Comparación del contenido de potasio promedio (%) por tratamiento del compost final 107
Tabla 27 Comparación del contenido de calcio promedio (%) por tratamiento del compost final 109
Tabla 28 Comparación del contenido de magnesio promedio (%) por tratamiento del compost final..... 112
Tabla 29 Comparación del contenido de hierro promedio (ppm) por tratamiento del compost final..... 114
Tabla 30 Comparación del contenido de manganeso promedio (ppm) por tratamiento del compost final..... 116
Tabla 31 Comparación del contenido de materia orgánica promedio (%) por tratamiento del compost final..... 118
Tabla 32 Comparación del pH por tratamiento del compost final 120

Tabla 33 Comparación de la conductividad eléctrica (dS/m) por tratamiento del compost final 122
Tabla 34 Comparación del contenido de cobre promedio (ppm) por tratamiento del compost final 124
Tabla 35 Comparación del contenido de plomo promedio (ppm) por tratamiento del compost final..... 127
Tabla 36 Comparación del contenido de zinc promedio (ppm) por tratamiento del compost final 129
Tabla 37 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para tiempo de producción..... 149
Tabla 38 Análisis de varianza para tiempo de producción..... 151
Tabla 39 Prueba de Tukey para tiempo de producción..... 152
Tabla 40 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para humedad ... 156
Tabla 41 Análisis de varianza para humedad..... 157
Tabla 42 Prueba de Tukey para humedad..... 159
Tabla 43 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para materia orgánica..... 162
Tabla 44 Análisis de varianza para materia orgánica..... 164
Tabla 45 Prueba de Tukey para materia orgánica..... 165
Tabla 46 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para pH 169
Tabla 47 Análisis de varianza para pH 170
Tabla 48 Prueba de Tukey para pH..... 172
Tabla 49 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para conductividad eléctrica..... 175
Tabla 50 Análisis de varianza para conductividad eléctrica 177
Tabla 51 Prueba de Tukey para conductividad eléctrica..... 178
Tabla 52 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para relación C/N 182
Tabla 53 Análisis de varianza para relación C/N..... 183
Tabla 54 Prueba de Tukey para relación C/N 185
Tabla 55 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para nitrógeno... 188
Tabla 56 Análisis de varianza para nitrógeno 190
Tabla 57 Prueba de Tukey para nitrógeno 191
Tabla 58 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para fósforo 195
Tabla 59 Análisis de varianza para fósforo..... 196
Tabla 60 Prueba de Tukey para fósforo 198
Tabla 61 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para potasio 201
Tabla 62 Análisis de varianza para potasio..... 203
Tabla 63 Prueba de Tukey para potasio 204
Tabla 64 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para calcio 208
Tabla 65 Análisis de varianza para calcio..... 209
Tabla 66 Prueba de Tukey para calcio 211
Tabla 67 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para magnesio... 214
Tabla 68 Análisis de varianza para magnesio 216
Tabla 69 Prueba de Tukey para magnesio 217
Tabla 70 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para hierro 221
Tabla 71 Análisis de varianza para hierro..... 222
Tabla 72 Prueba de Tukey para hierro 224

Tabla 73 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para manganeso 227
Tabla 74 Análisis de varianza para manganeso 229
Tabla 75 Prueba de Tukey para manganeso 230
Tabla 76 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para cobre 234
Tabla 77 Análisis de varianza para cobre 235
Tabla 78 Prueba de Tukey para cobre 237
Tabla 79 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para plomo 240
Tabla 80 Análisis de varianza para plomo 242
Tabla 81 Prueba de Tukey para plomo 243
Tabla 82 Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para zinc 247
Tabla 83 Análisis de varianza para zinc 248
Tabla 84 Prueba de Tukey para zinc 250

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperatura y fases del compostaje 30
Figura 2 Muestras para análisis de Cu, Mg, Mn, Zn y Fe 61
Figura 3 Digestión de muestras en el HotBlock 63
Figura 4 Enfriado de muestras para análisis de Pb 64
Figura 5 Colocado de lunas de reloj en las muestras 66
Figura 6 Preparación de estándares a diferentes concentraciones 69
Figura 7 Encendido del espectrofotómetro de absorción atómica 72
Figura 8 Configuración del software A11300 del espectrofotómetro de absorción atómica 73
Figura 9 Encendido de la llama del espectrofotómetro de absorción atómica 74
Figura 10 Lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica 75
Figura 11 Estándares y muestras para análisis de P 81
Figura 12 Humedad promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 99
Figura 13 Contenido de nitrógeno promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 101
Figura 14 Relación C/N por tratamiento vs Parámetros de calidad 104
Figura 15 Contenido de fósforo promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 106
Figura 16 Contenido de potasio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 108
Figura 17 Contenido de calcio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 111
Figura 18 Contenido de magnesio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 113
Figura 19 Contenido de hierro promedio (ppm) por tratamiento 115
Figura 20 Contenido de manganeso promedio (ppm) por tratamiento 117
Figura 21 Contenido de materia orgánica (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad 119
Figura 22 pH por tratamiento vs Parámetros de calidad 121
Figura 23 Conductividad eléctrica (dS/m) por tratamiento vs Parámetros de calidad 123
Figura 24 Contenido de cobre promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad 125
Figura 25 Contenido de plomo promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad 128
Figura 26 Contenido de zinc promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad 130
Figura 27 Análisis de la variación de la temperatura durante el proceso de compostaje 131
Figura 28 Diagrama de normalidad para tiempo de producción 147
Figura 29 Diagrama de homogeneidad de varianzas para tiempo de producción 149
Figura 30 Diagrama de la prueba de Tukey para tiempo de producción. 152
Figura 31 Diagrama de normalidad para humedad 154
Figura 32 Diagrama de homogeneidad de varianzas para humedad 155
Figura 33 Diagrama de la prueba de Tukey para humedad 158
Figura 34 Diagrama de normalidad para materia orgánica 160
Figura 35 Diagrama de homogeneidad de varianzas para materia orgánica 162

Figura 36 Diagrama de la prueba de Tukey para materia orgánica 165
Figura 37 Diagrama de normalidad para pH..... 167
Figura 38 Diagrama de homogeneidad de varianzas para pH 168
Figura 39 Diagrama de la prueba de Tukey para pH 171
Figura 40 Diagrama de normalidad para conductividad eléctrica 173
Figura 41 Diagrama de homogeneidad de varianzas para conductividad eléctrica 175
Figura 42 Diagrama de la prueba de Tukey para conductividad eléctrica 178
Figura 43 Diagrama de normalidad para relación C/N 180
Figura 44 Diagrama de homogeneidad de varianzas para relación C/N 181
Figura 45 Diagrama de la prueba de Tukey para relación C/N..... 184
Figura 46 Diagrama de normalidad para nitrógeno 186
Figura 47 Diagrama de homogeneidad de varianzas para nitrógeno 188
Figura 48 Diagrama de la prueba de Tukey para nitrógeno..... 191
Figura 49 Diagrama de normalidad para fósforo 193
Figura 50 Diagrama de homogeneidad de varianzas para fósforo 194
Figura 51 Diagrama de la prueba de Tukey para fósforo 197
Figura 52 Diagrama de normalidad para potasio 199
Figura 53 Diagrama de homogeneidad de varianzas para potasio 201
Figura 54 Diagrama de la prueba de Tukey para potasio 204
Figura 55 Diagrama de normalidad para calcio 206
Figura 56 Diagrama de homogeneidad de varianzas para calcio 207
Figura 57 Diagrama de la prueba de Tukey para calcio 210
Figura 58 Diagrama de normalidad para magnesio 212
Figura 59 Diagrama de homogeneidad de varianzas para magnesio 214
Figura 60 Diagrama de la prueba de Tukey para magnesio..... 217
Figura 61 Diagrama de normalidad para hierro 219
Figura 62 Diagrama de homogeneidad de varianzas para hierro 220
Figura 63 Diagrama de la prueba de Tukey para hierro 223
Figura 64 Diagrama de normalidad para manganeso..... 225
Figura 65 Diagrama de homogeneidad de varianzas para manganeso 227
Figura 66 Diagrama de la prueba de Tukey para manganeso 230
Figura 67 Diagrama de normalidad para cobre..... 232
Figura 68 Diagrama de homogeneidad de varianzas para cobre..... 233
Figura 69 Diagrama de la prueba de Tukey para cobre 236
Figura 70 Diagrama de normalidad para plomo 238
Figura 71 Diagrama de homogeneidad de varianzas para plomo 240
Figura 72 Diagrama de la prueba de Tukey para plomo..... 243
Figura 73 Diagrama de normalidad para zinc..... 245
Figura 74 Diagrama de homogeneidad de varianzas para zinc..... 246
Figura 75 Diagrama de la prueba de Tukey..... 249

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Traslado de las composteras a la PVRSO de la Municipalidad Distrital de Huancavelica……....308
Fotografía 2 Descargado de las composteras en la PVRSO – Callqui Chico.....308
Fotografía 3 Acondicionamiento del área de investigación con plástico transparente.....309
Fotografia 4 Instalación de las composteras en el área de investigación - PVRSO 309
Fotografía 5 Descarga de residuos solidos organicos en el área de investigación - PVRSO 310
Fotografía 6 Trituración de los residuos solidos orgánicos 310
Fotografía 7 Adición de hojas secas en la base de las composteras 310
Fotografía 8 Agregado de residuos solidos orgánicos triturados a las composteras.....311
Fotografía 9 Vaciado de tierra y distribución homogénea por toda la compostera 311
Fotografía 10 Vaciado de hojas secas en las composteras.....312
Fotografía 11 Primera medición del parámetro de temperatura (°C) en los tratamientos 313
Fotografía 12 Primera medición de pH en los tratamientos 313
Fotografía 13 Segunda medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH en los tratamientos.....314
Fotografía 14 Segunda medición de los parámetros de temperatura y pH del tratamiento T3-3 314
Fotografía 15 Tercera medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH de los tratamientos.....315
Fotografía 16 Tratamientos y sus respectivas repeticiones 315
Fotografía 17 Toma de la primera muestra de los tratamientos, técnica del cuarteo.....316
Fotografía 18 Etiquetado de las muestras y colocación en el cooler.....316
Fotografía 19 Quinta medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH de los tratamientos.....317
Fotografía 20 Tratamientos y sus respectivas repeticiones 317
Fotografía 21 Segunda toma de muestras mediante la técnica del cuarteo.....318
Fotografía 22 Pesado de las muestras.....318
Fotografía 23 Embolsado de las muestras 318
Fotografía 24 Etiquetado de las muestras en el cooler 318
Fotografía 25 Sexta medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T0-3 ...319
Fotografía 26 Sexta medición del parámetro de pH del tratamiento T3-1 319
Fotografía 27 Tratamientos y sus respectivas repeticiones 319
Fotografia 28 Octava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T1-1 320
Fotografía 29 Octava medición del parámetro de pH del tratamiento T2-2 320
Fotografía 30 Octava medición de la temperatura (°C) de los tratamientos.....320
Fotografía 31 Treceava toma de muestras de los tratamientos.....321
Fotografía 32 Pesado de las muestras de los tratamientos.....321
Fotografía 33 Muestras en el cooler 321
Fotografía 34 Etiquetado de las muestras.....321
Fotografía 35 Embolsado de las muestras de los tratamientos 322
Fotografía 36 Colocado de la gigantografia del proyecto de investigación.....322
Fotografía 37 Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T3-3

.....323
Fotografía 38 Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T2-1 323
Fotografía 39 Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T2-1 323
Fotografía 40 Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T1-1 323
Fotografía 41 Cortado y esterilización del sustrato para la siembra de los hongos.....324
Fotografía 42 Embolsado del sustrato para la siembra de los hongos en bolsas plásticas 324
Fotografía 43 Pesado del sustrato para la siembra de los hongos.....324
Fotografía 44 Desinfección del área de siembra de los hongos.....325
Fotografía 45 siembra y embolsado de los hongos lignícolas 325
Fotografía 46 Desembolsado del sustrato para la siembra de los hongos humícolas 326
Fotografía 47 Sembrado de los hongos humícolas en el sustrato 326
Fotografía 48 Adición de los hongos lignícolas y humícolas en las composteras.....327
Fotografía 49 Colocado de plásticos transparentes en las composteras para la proteccion de los hongos 327
Fotografía 50 Regado de las composteras para mantener la humedad 327
Fotografía 51 Pesado de los sobres manila.....328
Fotografía 52 Vaciado de las muestras a los sobres manila 328
Fotografía 53 Pesado de las muestras y primer análisis de humedad de los tratamientos..328
Fotografía 54 Trituración de las muestras en el mortero 329
Fotografía 55 Pesado de las muestras para el primer análisis de materia orgánica 329
Fotografía 56 Muestras calcinadas, primer análisis de materia orgánica 329
Fotografía 57 Segundo análisis de humedad de los tratamientos 330
Fotografía 58 Segundo análisis de humedad de los tratamientos 330
Fotografía 59 Pesado de las muestras para el segundo análisis de materia orgánica.....331
Fotografía 60 Colocado de las muestras en la mufla para el análisis de materia orgánica 331
Fotografía 61 Segundo análisis de materia orgánica 331
Fotografía 62 Pesado de las muestras para el tercer análisis de humedad de los tratamientos 332
Fotografía 63 Tercer análisis de humedad de los tratamientos.....332
Fotografía 64 Tercer análisis de materia orgánica de los tratamientos.....333
Fotografía 65 Muestras pesadas para el tercer análisis de materia orgánica de los tratamientos.....333
Fotografía 66 Pesado y secado de las muestras para el análisis final del compost.....334
Fotografía 67 Muestras secas para el análisis de los diferentes parámetros 334
Fotografía 68 Pesado de las muestras para el análisis de la conductividad eléctrica y pH 335
Fotografía 69 Agitado de muestras para el análisis de los parámetros de conductividad eléctrica y pH 335
Fotografía 70 Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T0-3.....336
Fotografía 71 Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T1-2.....336
Fotografía 72 Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T3-3.....336
Fotografía 73 Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T2-1.....336
Fotografía 74 Análisis final de la conductividad eléctrica del tratamiento T2-2.....337

Fotografía 75 Análisis final de la conductividad eléctrica del tratamiento T1-2.....337
Fotografía 76 Análisis final de la conductividad eléctrica del tratamiento T0-2.....337
Fotografía 77 Análisis final de la conductividad eléctrica del tratamiento T3-1.....337
Fotografía 78 Vaciado y trituración de las muestras para el análisis de materia inerte.....338
Fotografía 79 Tamizado de las muestras para el análisis de materia inerte.....338
Fotografia 80 Pesado de terrones y piedras del tratamiento T3-2 339
Fotografia 81 Pesado de plasticos flexibles del tratamiento T2-2 339
Fotografía 82 Pesado de vidrio del tratamiento T3-3 339
Fotografía 83 Pesado de métales del tratamiento T3-1.....339
Fotografía 84 Preparación de los estándares para el análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica 340
Fotografía 85 Preparación de los diferentes estándares.....340
Fotografía 86 Encendido del espectrofotómetro y del Sofware A11300.....341
Fotografía 87 Preparación de la solución Meilch 341
Fotografía 88 Preparación de muestras para análisis de Cu, Mg, Mn, Zn y Fe.....342
Fotografía 89 Calibración y lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica.....342
Fotografía 90 Resultados del espectrofotómetro de absorción atómica de Ca 343
Fotografía 91 Muestras en el hotblock para el análisis de Pb.....343
Fotografía 92 Preparación de muestras para el análisis de Pb.....344
Fotografía 93 Preparación de los estándares para el análisis de P.....344
Fotografía 94 Filtrado de las muestras para el análisis de P.....345
Fotografía 95 Muestras y estándares para el análisis de P.....345
Fotografía 96 Análisis de P en el espectrofotómetro.....346
Fotografía 97 Resultados de P obtenidos del espectrofotómetro.....346
Fotografía 98 Prueba de maduración del tratamiento T2-1, T1-1 y T3-3.....347
Fotografía 99 Prueba de maduración de los tratamientos T2-2, T3-2, T3-1 y T1-3.....347
Fotografía 100 Hongos lignícolas.....348

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica, para ello se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), donde se evaluaron 4 tratamientos con 3 repeticiones, usando hongos saprofitos humícolas en el tratamiento 1, hongos saprofitos lignícolas en el tratamiento 2, hongos saprofitos humícolas y lignícolas en el tratamiento 3 y el tratamiento 0, que fue el testigo. La calidad del compost final fue verificada con los valores permisibles establecidos por la Norma Chilena 2880 - 2005, la Norma Mexicana 020 - 2011, la Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004 y la Organización Mundial de la Salud (OMS), para evaluar la calidad del compost se determinó las siguientes características físicas: tamaño de partícula (%), contenido de materia inerte (plásticos, piedras y terrones, y vidrios y metales) y contenido de humedad (%), y las características químicas como: pH, materia orgánica (%), conductividad eléctrica (dS/m), relación C/N (%), contenido de nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%), magnesio (%), calcio (%), hierro (ppm), manganeso (ppm), cobre (ppm), plomo (ppm) y zinc (ppm). Los resultados obtenidos durante el compostaje, evidenciaron que el tratamiento 3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) tuvo un comportamiento distinto a los demás tratamientos. Asimismo, se concluyó que el uso de los hongos saprofitos mejora la calidad y disminuye el tiempo de producción del compost.

Palabras clave: Compost, residuos orgánicos, calidad, hongos saprofitos.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the influence of saprophytic fungi (humícolas and lignícolas) on the time and quality of compost production of organic solid waste from the central market of Huancavelica, for this a completely randomized experimental design (DCA) was used, where 4 treatments with 3 repetitions were evaluated, using humícolas saprophytic fungi in treatment 1, lignícolas saprophytic fungi in treatment 2, humícolas and lignícolas saprophytic fungi in treatment 3 and treatment 0, which was the witness. The quality of the final compost was verified with the permissible values established by the Chilean Standard 2880 - 2005, the Mexican Standard 020 - 2011, the Colombian Technical Standard 5167 - 2004 and the World Health Organization (OMS), to evaluate the quality of the compost, the following physical characteristics were determined: particle size (%), inert matter content (plastics, stones and clods, and glass and metals) and moisture content (%), and chemical characteristics such as: pH, organic matter (%), electrical conductivity (dS/m), C/N ratio (%), nitrogen content (%), phosphorus (%), potassium (%), magnesium (%), calcium (%), iron (ppm), manganese (ppm), copper (ppm), lead (ppm) and zinc (ppm). The results obtained during composting showed that treatment 3 (humícolas and lignícolas saprophytic fungi) had a different behavior from the other treatments. Likewise, it was concluded that the use of saprophytic fungi improves quality and reduces compost production time.

Keywords: Compost, organic waste, quality, saprophytic fungi.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se plantea como objetivo evaluar la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica. El fin de esta evaluación es comprobar si existe una disminución del tiempo de producción y mejora en la calidad de compost, para que este pueda ser usado como abono en diversas actividades. Frente al problema planteado se da una posible respuesta de acuerdo a la revisión bibliográfica, la cual es que los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) influyen directamente en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica

En la actualidad la generación de residuos sólidos se ha incrementado proporcionalmente al crecimiento poblacional, esto ha provocado un serio problema ambiental ya que además de la cantidad de residuos que se generan también la composición de estos conlleva un perjuicio al medio ambiente amenazando su sostenibilidad y sustentabilidad.

Los residuos orgánicos por medio del compostaje y su aplicación al suelo, brindan beneficios, tales como el aumento de la materia orgánica en el suelo, la disminución del metano generado en los rellenos sanitarios, el reemplazo de turba como sustrato, la absorción de carbono, el aumento de la porosidad del suelo y el manejo de la temperatura edáfica.

El compostaje es uno de las alternativas más antiguas y simples, la cual consiste en la descomposición y transformación de residuos orgánicos de distinto origen, realizada por microorganismos presentes en la biomasa, que gracias a la mezcla de varios componentes, en presencia de oxígeno atmosférico y aprovechando las condiciones de temperatura, permite la producción de compost.

El proceso de compostaje comprende cuatro fases de acuerdo a la variación de la temperatura, la primera fase llamada mesolítica en la cual los microbios se adaptan al medio putrefacto y comienzan a multiplicarse, comprende de 2 a 4 días y

se registran temperaturas que pueden superar los 50°C, la segunda fase denominada termófila, es la fase donde las poblaciones mesófilas son reemplazadas por las termófilas y tiene una duración de una a ocho semanas dependiendo del ritmo de fermentación, la tercera fase llamada mesofila, es la fase donde ocurre un descenso de la temperatura a 40°C y los microorganismos mesófilos se reactivan, y finalmente la fase de maduración, en la cual se da una fermentación lenta y la disminución de los microorganismos termófilos. En el proceso del compostaje intervienen muchos factores, asimismo influyen las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje usado.

Los microorganismos eficaces son un grupo de microorganismos benéficos aeróbicos y anaeróbicos, los cuales al ser inoculados a la pila de compostaje o compostera, buscan generar un material microbiológico y nutricionalmente de mejor calidad, disminuir el tiempo de producción del abono orgánico e incrementar el contenido de materia orgánica.

Los hongos son organismos heterótrofos, que se alimentan de materia orgánica, se caracterizan por tener un sistema vegetativo filamentoso (micelio) compuesto por elementos cilíndricos (hifas) que pueden constituir estructuras de función reproductora o conservadora, estos tienen un papel primordial en la naturaleza, brindando a las plantas agua, nutrientes y protección, asimismo descomponiendo la materia orgánica.

La calidad del compost se establece en base a sus características físicas y químicas como humedad, materia orgánica, pH, relación C/N, presencia de metales pesados y otros.

El presente estudio se estructuro de forma general de la siguiente manera: capítulo I: Planteamiento del problema, capitulo II: Marco teórico, capitulo III: Materiales y métodos, y capitulo IV: Discusión de resultados, de la misma forma se finaliza presentando las conclusiones, recomendaciones y anexos.

Las autoras

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La presente investigación incumbe a las ciencias ambientales cuyo principal objetivo es entender qué es el ambiente y a partir de esto poder hallar soluciones a la difícil y complicada crisis ambiental que existe en la sociedad globalizada en su interacción con la naturaleza.

La producción de residuos sólidos ha aumentado proporcionalmente al crecimiento poblacional, esto ha provocado un serio problema ambiental ya que además de la cantidad de residuos que se generan también la composición de estos conlleva un perjuicio al medio ambiente amenazando su sostenibilidad y sustentabilidad. En las últimas décadas el problema de la producción de residuos sólidos se ha ido volviendo más crítico ya que su acumulación fue creciendo; lo que género que las enfermedades y sus vectores fueran incrementándose, frente a esto se viene proponiendo varias alternativas para el manejo de los residuos, de las cuales la más adecuada para los residuos orgánicos es el compostaje.

Según la FAO el reciclaje de los residuos orgánicos por medio del compostaje y su aplicación al suelo, brinda muchos beneficios, tales como el incremento de la materia orgánica en el suelo, la disminución del metano generado en los rellenos sanitarios o vertederos municipales, la sustitución de turba como sustrato, la absorción de carbono, el control de la temperatura edáfica y el aumento de la porosidad del suelo (Román et al., 2013).

El manejo de los residuos sólidos a nivel internacional viene siendo considerado como uno de los problema ambientales más importantes debido a que cada día es más la cantidad de residuos sólidos que se producen por persona, además de que la mayor proporción de los residuos está compuesto

por material orgánico o materiales tóxicos los cuales son perjudiciales para la salud humana y el ambiente.

En Iberoamérica, se plantean alternativas de manejo de estos residuos con la metodología de las 3R donde se proyecta reducir, reutilizar y reciclar, por ejemplo en el caso de México se han promulgado leyes para el desarrollo forestal sostenible, donde se plantea el aprovechamiento de los recursos maderables mediante la fabricación de tableros y otros materiales requeridos por la industria de la celulosa, compost y aserrín (Chávez & Rodriguéz, 2016).

A nivel nacional el problema del manejo de residuos sólidos orgánicos es un asunto de atención prioritaria para el gobierno central y los gobiernos locales, ya que la mayoría de estos no cuentan con sistemas adecuados para su manejo y procesamiento, llegando a contaminar el ambiente por su disposición final en botaderos municipales sin segregación ni tratamiento alguno (Suaña, 2013).

Actualmente se realiza la elaboración de compost a partir de residuos urbanos orgánicos como parte de la gestión integral de residuos sólidos urbanos que diversas municipales vienen implementando como por ejemplo la municipalidad de Trujillo, esto con la finalidad de disminuir los impactos que dichos residuos causan sobre el medio ambiente (Lescano, 2015).

En cuanto a la ciudad de Huancavelica según el informe de Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) del año 2015 de la Municipalidad Provincial de Huancavelica, la generación per cápita de residuos sólidos por habitante es de 0.561 kg/día/hab., haciendo una producción de 19.83 ton/día de residuos sólidos y la generación de residuos sólidos en mercados es de 1226 Kg/hab/establecimiento, haciendo una producción de 3.678 ton/día (Municipalidad Provincial de Huancavelica, 2015).

La cantidad de residuos sólidos producidos en el mercado de la ciudad de Huancavelica es significativa por lo que se ha visto como alternativa aplicar el proceso de compostaje para su reúso, ya que estos están compuestos en mayor proporción por residuos orgánicos.

Es importante conocer la influencia de los microorganismos degradadores respecto al tiempo de producción de compost para formular una nueva alternativa eficaz de manejo de residuos orgánicos producidos en el mercado central de Huancavelica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica?
- ¿Cuál es la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en la calidad de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de producción de compost con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.
- Comparar la calidad del compost producido con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.

1.4. Justificación

Según Hernández (2014), establece que la investigación se basa en cinco criterios para justificar su redacción:

La investigación es conveniente porque nos permitirá determinar si el uso de hongos saprófitos influye en reducir el tiempo de producción de compost y en consecuencia reciclar gran cantidad de residuos orgánicos producidos en el mercado central de la ciudad de Huancavelica, ya que en la actualidad hay un incremento progresivo del volumen de residuos orgánicos que se generan diariamente, estos al no tener un adecuado manejo son dispuestos en botaderos que al poco tiempo de funcionamiento superan su capacidad generándose así un problema ambiental y social.

La investigación es relevante socialmente porque busca implementar un método de producción de compost que se realice en menos tiempo de lo normal, lo cual haría que esta actividad sea más práctica y accesible a la población, además fundamentalmente reduce el volumen de residuos que serán dispuestos en botaderos. Los resultados del estudio beneficiaran a la población de la ciudad de Huancavelica ya que se podrá reciclar los residuos orgánicos producidos en el mercado central de la ciudad y producir compost de buena calidad, el cual se puede comercializar o usar en la agricultura.

La implicancia práctica de la investigación reside en ayudar a solucionar el problema referente al manejo de residuos orgánicos producidos en el mercado central de Huancavelica. Además el uso de hongos saprófitos para la producción de compost puede ser aplicado en diversos lugares donde se genere una cantidad significativa de residuos orgánicos.

El valor teórico de la presente investigación radica en generar un antecedente sobre la influencia del uso de hongos saprófitos en cuanto al tiempo de producción de compost, asimismo saber la relación entre las variables de estudio y determinar si el uso de hongos saprófitos influye o no en el tiempo y calidad de producción de compost.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Villacrés (2016), elaboró la investigación denominada *Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del Cantón Riobamba,* los objetivos de este trabajo están enfocados en la obtención de compost a partir de los residuos sólidos de mercado para obtener un producto con las propiedades fisicoquímicas, químicas y biológicas que brinden las características de un producto óptimo para ser utilizado en agricultura, finalmente el producto obtenido posee las propiedades fisicoquímicas, químicas y biológicas adecuadas para ser empleado como abono orgánico o mejorador de suelos mediante el aporte de nutrientes esenciales, macroelementos y microelementos requeridos por las plantas.

Girbés (2015), en su tesis *Aprovechamiento de residuos agroforestales, con particular interés en los originados en explotaciones de nuez pecán (Carya illinoinensis), por medio del cultivo de hongos saprófitos saludables Ibéricos*, tuvo como objetivo estudiar el potencial de los residuos agroforestales de las plantaciones de la nuez pecán (*Carya illinoinensis*) con particular interés en los restos generados de las explotaciones en la Península Ibérica, para el cual se estudiaron las propiedades de los tres restos lignocelulósicos: cáscara de nuez pecán (CP), pericarpio de nuez pecán (PP) y astillas de ramas de podas de nuez pecán (AP). Los resultados brindan una alternativa ecológica, aumentando los beneficios de la producción de pecán, ya que mediante el uso de los residuos lignocelulósicos de

estos se pudo obtener productos de alto valor añadido en forma de hongos nutracéuticos.

Otoniel (2015), planteó la investigación denominada *La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos orgánicos producidos en los mercados municipales*, cuyo objetivo fue experimentar la eficiencia de la digestión anaerobia para tratar los residuos orgánicos generados en estos sitios, obteniendo los siguientes resultados la aplicación de este tipo de fermentación es eficiente para tratar los residuos sólidos, por su alto contenido de humedad, el carácter ácido y la consistencia fibrosa del material. El proceso se evaluó a nivel laboratorio en un digestor anaerobio de tipo hindú en el cual se determinó un tiempo de retención óptimo de 7 días para la digestión de la materia orgánica.

Rojas (2015), formuló la investigación *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost*, cuyo objetivo fue contribuir a la búsqueda de alternativas de reciclaje de diferentes materiales de origen vegetal y animal que contenga buenas características físicas, químicas y biológicas, los resultados de la investigación evidenciaron que existe diferencia significativa entre los tratamientos, específicamente en la variable temperatura siendo la pulpa de café el material orgánico que favorece más la actividad microbiana y que permitió obtener temperaturas más altas que el resto de mezclas.

Hurtado (2014), planteó la tesis *Evaluación del efecto acelerador de microorganismos transformadores de materia orgánica (TMO) en el proceso de compostaje*, el objetivo de este estudio fue demostrar la acción aceleradora de los microorganismos transformadores de materia orgánica (TMO) cuando son inoculados en los procesos de compostaje realizados con las deyecciones de bovinos, porcinos y conejos. Se propone como sistema de disposición

el proceso de compostaje, agilizado con la adición del acelerador microorganismos transformadores de materia orgánica (TMO). Los resultados demostraron que los tratamientos donde intervino el producto acelerante acortaron el tiempo de maduración, frente a los tratamientos testigo sin adición del producto en estudio.

Vazques de Dias (2014), desarrollo la investigación *Optimización del proceso de compostaje de productos poscosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos*, teniendo como objetivo disminuir el tiempo de compostaje de la cereza del café utilizando 3 consorcios bacterianos de cepas aisladas de la cereza, a través de la bioaumentación, la investigación busca una alternativa a los problemas causados por los residuos poscosecha del cultivo del café, como la cereza. Los resultados que se logró en la investigación fueron favorables debido a que los desechos en estudio tuvieron una significativa disminución en el tiempo de descomposición, demostrando así la efectividad de los microorganismos nativos en el proceso del compostaje.

Córdova (2014), realizó la tesis *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*, que tuvo como objetivo estudiar la posibilidad técnica y económica de instalar una planta de compostaje utilizando residuos vegetales urbanos, para tal estudio se realizó la recolección de información a través de encuestas directas, entrevistas y revisión bibliográfica, finalmente después de realizar los estudios previos se llegó a la conclusión que si hay una factibilidad para poder instalar la compostera.

Yánez (2014), desarrolló el estudio denominado *Aprovechamiento de los E.M. (microorganismos eficientes) para mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost*. La presente investigación fue realizada para el aprovechamiento de los EM

(microorganismos eficientes) en la producción agropecuaria, buscando mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost como alternativa para contrarrestar el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes químicos que generan el deterioro del suelo, alimentos y medio ambiente en general. El brote de semillas comprobó disminuir el número de días de la germinación 33 días en frutepan y naranja y 13 días en cacao, igualmente se elevó el número de plantas emergidas a 90 en el caso de frutepan y naranja, y 91.67 en cacao, así como se redujo los días al trasplante a 116.26 para la naranja Washington, de 87.47 para cacao y 117.86 para frutepan.

Escobar (2014), formuló la tesis *Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca*. La investigación busco producir compost con residuos provenientes de fincas cafeteras ubicadas en el departamento de Cundinamarca (pulpa de café, banano, gallinaza y bovinaza), las cuales se caracterizaron cualitativa y cuantitativamente. La caracterización de poblaciones microbianas, se realizó mediante la aplicación de técnicas de dilución seriada en medios de cultivo selectivos y técnicas de microscopia y macroscopia. Los microorganismos de mayor importancia, encontrados en sustratos puros, como en sus mezclas, fueron: para las bacterias, los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*; para actinomicetos, *Streptomyces* y para hongos, *Aspergillus* y *Penicillum*.

Tingos (2013), en su trabajo de investigación *Evaluación nutrimental de compost proveniente de cuatro combinaciones de desechos orgánicos frente a la aplicación de Eco-abonaza en el cultivo de lechuga*, tuvo como objetivo evaluar las características cualitativas y cuantitativas de cuatro tipos de compost elaborado a partir de cuatro mezclas de mate de cosecha 40% de maíz más el 40% de fréjol y 20% de arveja, se obtuvo como resultado que la

preparación del compost C3 presenta el mejor contenido nutrimental y microbiológico en relación a los otros tres tipos de compost que se evaluaron, mostrando niveles de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn; y unidades formadoras de colonias de microorganismos benéficos que fueron superiores a los compost C1, C2 y C4 que lograron resultados variables del contenido nutrimental y microbiológicos.

Cruz (2013), desarrollo la investigación *Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica*. El objetivo de la investigación fue comprobar si los microorganismos de montaña (MEM) eran una biotecnológica eficaz para manejar desechos orgánicos de cocina, para el cual se evaluaron mediante tratamientos mostrando mayor efectividad el compost proveniente de los medios sin carbón vegetal, la utilización de MEM tuvo una ligera efectividad para manejar desechos sólidos orgánicos, sin embargo, durante los procesos de descomposición debido a la alta acidez y humedad de los residuos, únicamente se logró una etapa de precompostado.

Quinatoa (2013), planteó la siguiente investigación *Estandarización del proceso de producción de compost con fines comerciales utilizando tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del Cantón Píllaro*, la cual tuvo como objetivo mejorar la calidad del bioabono mediante la estandarización del proceso de producción con fines comerciales, para tal estudio se utilizaron tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del Cantón Píllaro de Microorganismos Eficientes, durante el proceso se usaron dos métodos: el método salchicha con quien se logró acortar el tiempo de la producción del bioabono con un promedio de tiempo de 114 días en comparación al método rimero que mostro un promedio de 140 días, concluyendo asimismo que la presencia de los inóculos si influyeron

en el número de días para la obtención del bioabono, siendo el inóculo suelo de páramo el mejor, con un promedio de 124 días, frente a los inóculos compost street con 126 días y EMA´s con 128 días, mientras que los tratamientos sin inóculos se vieron desfavorecidos con una media de 130 días.

Naranjo (2013), en su tesis *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost*; cuyo objetivo general fue aplicar microorganismos (bacterias fototróficas, bacterias acido lácticas, actinomicetos, hongos, levaduras, algas) para acelerar la descomposición de materiales orgánicos en la elaboración de compost. La conclusión a la que se llego fue que la aplicación de microorganismos en la dosis 30 cc/10L de agua, causó el mejor efecto en el proceso de descomposición, acelerando el tiempo de obtención del compost, obteniéndose mejor calidad en su contenido nutricional. Los tratamientos que recibieron aplicación de dosis 30cc/10L de agua, reportaron un tiempo de obtención de compost de 80 días, con contenido de nitrógeno (1.13%), fósforo (219.99 ppm) y potasio (0.72%), registrándose así el mayor porcentaje de materia orgánica (24.63%), por lo que es la dosis de aplicación favorable de microorganismos.

Vásquez (2012), planteó la siguiente tesis *Aceleración del proceso de compostaje de residuos poscosecha (pulpa) del café con la aplicación de microorganismos nativos*, que tuvo como objetivo acelerar el proceso de compostaje de residuos poscosecha del café (pulpa) mediante la inoculación de microorganismos nativos a fin de disminuir el tiempo de compostaje y obtener un compost de alta calidad que cumpliera con los parámetros exigidos por la NTC 5167-2004. Los resultados obtenidos de los tratamientos en función a la relación carbono-nitrógeno (C/N) fueron: en la pila 1 (9.6%), en la pila 2 (10%) y en la pila 4 (9.5%), cumpliendo con los valores

establecidos (< 20%), lo que indica madurez y calidad sanitaria, finalmente se pudo obtener en 40 días un compost que cumple con los parámetros pedidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC 5167, 2004).

2.1.2. A nivel nacional

Loayza (2020), llevo a cabo la investigación titulada *Elaboración de compost a partir de la incorporación de tres tipos de aceleradores biológicos en residuos de mercados, parques y jardines*, cuyo objetivo principal fue evaluar el tiempo, la calidad y rendimiento del compost producido a partir de residuos orgánicos de mercados, parques y jardines con la aplicación de tres aceleradores biológicos (microorganismos eficientes, bazofia de camal y vísceras de pescado). Los resultados evidenciaron que las vísceras de pescado tuvieron un comportamiento distinto a los demás tratamientos, y la conclusión a la que se llego fue que el uso de los aceleradores mejora la calidad, tiempo y rendimiento del compost.

Yanasupo (2018), realizó la investigación *Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes, Ayacucho 2017*. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del compost con cantidades diferentes de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin el uso de microorganismos eficientes. Los resultados obtenidos indicaron que la aplicación de microorganismos eficientes influye en las características biológicas y fisicoquímicas del compost especialmente en los tratamientos T1 y T2, mientras que las cantidades utilizadas influyen en la descomposición de los residuos de cosecha de maíz como en los tratamientos T3 y T6, a partir de esto se concluyó que la aplicación de microorganismos eficientes mejora la calidad de compost elaborado, asimismo su uso en el cultivo de plantas de tomate influye en la altura de la planta.

Mancha (2018), desarrolló el estudio de investigación denominado *Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo de Tunan*, el cual tuvo como objetivo principal describir cuál de los compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeña mejor en la evaluación de la calidad con características fisicoquímicas en el distrito de San Jerónimo de Tunan, para lo cual se instalaron 5 pilas de compostaje de estos materiales denominados "tratamientos". Los resultados demostraron que el tratamiento 2 compuesto por estiércol de ganado vacuno en una proporción de 33% - 67% produjo un compost de buena calidad, y la conclusión a la que se llegó fue que el compost con estiércol de vacuno en una relación de 33% - 67% es mejor con respecto a los parámetros de temperatura y humedad relativa asimismo en el contenido de nitrógeno y carbono.

Aguilar (2018), ejecutó la investigación que lleva por título: *Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos de los mercados de la ciudad de Juliaca mediante la impermeabilización con geomembrana y la aplicación de activadores biológicos (suero de leche y levadura) - 2018*, esta tuvo por objetivo optimizar el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos provenientes de los mercados de la ciudad de Juliaca mediante la impermeabilización con geomembrana y la aplicación de activadores biológicos (suero de leche y levadura), los resultados de este estudio comprobaron que el compostaje con los tratamientos T-4 y T-3 alcanzaron mayor temperatura 49.6°C y 48.8°C respectivamente, además el tiempo de compostaje más óptimo fue de 43 días y corresponde al tratamiento con aplicación de suero de leche-levadura. La conclusión a la que se llegó fue que el método de compostaje usado es apropiado para el tratamiento de residuos orgánicos procedentes de los mercados de la ciudad de Juliaca.

Damián (2018), llevó a cabo la investigación *Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del mercado Los Cedros, distrito de Chorrillos, 2018*, el objetivo de este estudio fue la determinación de la calidad del compost obtenido a partir de los residuos provenientes del mercado Los Cedros para lo cual se consideraron tres tratamientos y un testigo. Los resultados indicaron que el mejor tratamiento con respecto a la calidad del compost, es el elaborado con estiércol de cuy cuyo contenido de nutrientes y parámetros fisicoquímicos fueron superiores al resto de tratamientos y la conclusión a la que se llego fue que para poder resolver el problema de los residuos se debe tener un enfoque integral, considerando el aspecto ambiental, social, económico y sanitario.

García (2018), realizó la investigación denominada *Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad César Vallejo, Filial-Chiclayo*. Este estudio quiso establecer la calidad y tiempo de producción del compost a partir de residuos de poda, recogidos en el interior de la universidad, empleando microorganismos eficientes, para esto se ubicaron 15 pilas composteras al aire libre. Los resultados nos enunciaron que para los parámetros evaluados en el proceso de compostaje como humedad se registró valores de 49.13% con EM y 37.76% sin EM, para la relación C/N se obtuvo 13.90% sin EM y 12.84% con EM, para el pH valores de 8 con EM y 7 sin EM, materia orgánica de 39.80% con EM y 32.76% sin EM, y la conclusión fue que el compost elaborado aplicando microorganismos eficientes presenta una humedad que esta fuera del rango establecido por la norma y una conductividad eléctrica elevada en consecuencia de la actividad biológica de los microorganismos.

Vargas (2017), llevo a cabo la investigación titulada *Calidad del compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el Centro de Protección Ambiental Santa Cruz, ciudad de Concepción*, cuyo objetivo principal fue determinar la calidad del compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en la ciudad de Concepción, en base a los valores permisibles categorizados por la norma chilena 2880 y la norma mexicana 020. Los resultados indicaron el compost, según sus características fisicoquímicas y microbiológicas se clasifico como un compost de Clase B para ambas normas, a partir de esto se concluyó que la calidad del compost clasifica como Clase B en 64% según la norma chilena y 50% según la norma mexicana.

Cieza (2017), desarrolló el trabajo de investigación denominado *Aplicación de bacterias ácido lácticas para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el centro de compostaje Yencala Boggiano – Lambayeque*, para el cual se propuso el objetivo de reducir el tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios aplicando bacterias ácido lácticas mediante el método de compostaje. Los resultados obtenidos fueron la disminución del peso de la pila B.A.L. y tradicional, estos fueron de un 63.35% y 61.52% respectivamente. El tiempo de producción de compost se redujo en un 26.6% que comprende 80 días a diferencia del testigo que registro un tiempo de 109 días. En la investigación se llegó a la conclusión de que el uso de bacterias ácido lácticas redujo el tiempo de descomposición, sin embargo se demostró que el uso de microorganismos no afecta en la disminución del peso.

Soriano (2016), ejecutó el estudio denominado *Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de microorganismos eficaces - Concepción*. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad y tiempo de producción del compost luego de la adición de

diferentes dosis de microorganismos eficaces en la planta de tratamiento de residuos sólidos "Centro Ecoturístico de Protección Ambiental Santa Cruz - CEPASC". Los resultados que se obtuvieron fueron que el testigo, el tratamiento 1, el tratamiento 2 y el tratamiento 3 están dentro de los límites de calidad excepto en el contenido de metales pesados lo cual limita su uso. La conclusión a la que se llego fue que todos los tratamientos están dentro de los límites establecidos en la norma 503-EPA de los EE.UU, NTC-5167 y la OMS.

Cajahuanca (2016), llevo a cabo la investigación titulada *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla*, su objetivo fue mejorar el manejo de residuos sólidos orgánicos a través de la adición de microorganismos eficientes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus* sp., *Lactobacillus* sp.) en el compostaje que se desarrolla en el centro de gestión de residuos de la central hidroeléctrica Chaglla. Los resultados mostraron que la alternativa más óptima para la producción de compost, tomando en consideración la calidad del compost, fue el tratamiento 4 y la conclusión a la que se llegó fue que el compostaje con microorganismos eficientes es una alternativa accesible para solucionar el problema del manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Sanchez (2015), realizó el trabajo de investigación denominado *Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa*. El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros fisicoquímicos y biológicos, identificar los microorganismos presentes en el compost, para lo cual se armó cuatro composteras usando como el estiércol de vacuno y dolomita, de las cuales dos se inoculaban con 3L y 2L de

microorganismos eficientes durante el proceso de compostaje. Los resultados con respecto a los parámetros fisicoquímicos y biológicos fueron: humedad (12.20%), temperatura (61.40°C), materia orgánica (43.32%), pH (8.6), N^+ (2.35%), bajo contenido (P^+ y K^+) y la conclusión fue que las variables evaluadas son directamente proporcionales.

Ramos (2015), ejecutó la investigación titulada *Evaluación de diferentes sustratos de materias orgánicas y con microorganismos eficientes en la preparación de compost, en la zona de Pangoa - Perú*, para la cual el objetivo planteado fue evaluar el proceso de descomposición de diferentes sustratos orgánicas: pulpa de café, aserrín descompuesto, gallinaza, abono de ovino y residuos vegetales (pseudotallo de plátanos) con aplicación de microorganismos eficientes. Los resultados indicaron que al aplicar microorganismos eficientes el tiempo de compostaje se reduce de 89 a 76 días, asimismo el pH del compost baja de 7.59 a 7.27, y a partir de esto se concluyó que el compost con gallinaza tiene mayor contenido de nitrógeno, fósforo, potasio además al usar gallinaza y pulpa de café será más favorable para los productores agrarios en contenido nutricional, tiempo y costo.

Rafael (2015), desarrolló la investigación denominada *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo*, que tuvo por objetivo determinar el efecto del proceso de producción y el uso del producto "microorganismos eficaces" sobre la calidad de compost a partir de la combinación de tres tipos de residuos sólidos orgánicos. Los resultados obtenidos para las características físicas como la temperatura fueron de 31.78°C, aumentando su valor cuando se incrementa la cantidad del producto "microorganismos eficaces",

asimismo con respecto a la humedad se obtuvo un valor de 62.51% reduciéndose en cada volteo. Se llegó a la conclusión de que el proceso de compostaje y el empleo de "microorganismos eficaces" influyen en la calidad del compost.

Huaman (2015), realizó el estudio de investigación titulado *Efecto en la aplicación de microorganismos para la transformación de desechos orgánicos en compost en el distrito de Naranjillo-Mapresa*, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los microorganismos capturados en un cultivo de café orgánico (P1) y en un bosque de tornillo (P2) aplicados en tres tratamientos. Los resultados fueron que el empleo de microorganismos en la dosis de 30 cc/10L de agua, fue mejor con respecto al proceso de degradación, acelerando el tiempo de producción del compost y logrando una mejor calidad, a partir de esto se concluyó que la aplicación de microorganismos es adecuada para acelerar la degradación de los residuos orgánicos, consiguiéndose el compost en un menor tiempo y con mejor calidad.

Lescano (2015), llevó a cabo el estudio *Efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en Huanchaco, Trujillo*. Esta investigación tuvo por objetivo acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos, para esto usaron tres tipos de aceleradores de degradación, añadiendo cada tratamiento en las pilas hechas con residuos sólidos urbanos, residuos vegetales y guano de ganado vacuno. Los resultados obtenidos a partir de este estudio mostraron que los inóculos fueron efectivos para reducir el tiempo de compostaje. La conclusión que se dedujo fue que al adicionar un acelerador de degradación, se consigue una significativa diminución en el tiempo de compostaje de residuos orgánicos.

Najar (2014), ejecutó el trabajo de investigación denominado *Evaluación de la eficiencia en la producción de compost convencional con la aplicación de la tecnología EM (microorganismos eficaces) a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz, 2014*, cuyo objetivo fundamental fue evaluar la eficiencia en la producción de compost a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz 2012, comparando la práctica convencional con la aplicación de la tecnología EM (microorganismos eficaces). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: tiempo de producción de compost: tratamiento con EM (promedio 2 meses y 23 días), compost sin EM (promedio 5 meses y 14 días); calidad nutricional del compost con EM (N 0.89%, P_2O_5 0.94% y K_2O 1.14%) y sin EM (N 0.89%, P_2O_5 0.99% y K_2O 0.94%). A partir de los resultados se concluyó que aplicar EM en el proceso de compostaje, acelera el proceso de degradación, aumenta en contenido de algunos nutrientes, incrementa la flora microbiana benéfica al compost y es más rentable que la producción de compost tradicional.

Suaña (2013), desarrolló la investigación titulada *Compostaje de residuos orgánicos y de lentejas de agua (Lemna sp.) con aplicación de microorganismos eficaces*. El objetivo de este estudio fue obtener abono orgánico de residuos orgánicos urbanos y lenteja de agua (*Lemna* sp.) añadiendo microorganismos eficaces a tres dosis (0, 100 y 200 mL). Los resultados mostraron que el tiempo de descomposición con la lenteja de agua fue 75 días; con los residuos sólidos 50 días ambos con 200 mL de EM y la conclusión a la que se llegó con respecto al tiempo de degradación fue que para la lenteja de agua el tiempo es mayor en el tratamiento testigo con 90 días y para los residuos sólidos orgánicos el tiempo de degradación es menor en el tratamiento testigo con 65 días.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Hongos saprófitos

a. Teoría monofilética del origen de los hongos

En 1879, el micólogo alemán Heinrich Georg Winter enunció la teoría monofilética, la cual indica que el origen de los hongos deriva de un solo grupo de algas. Esta teoría monofilética fue apoyada por Anton De Bary y Ernst Albert Gaümann (Cifuentes, 1984).

b. Teoría polifilética del origen de los hongos

El biólogo alemán Ferdinand Julius Cohn en 1872 enunció la teoría polifilética, la cual señala que el origen de los hongos proviene a partir de diferentes grupos de algas. Esta teoría genera una discusión sobre la relación entre los hongos inferiores y los hongos superiores y si existe o no conexión evolutiva entre ellos, a partir de esto Dodge (1914), Orton (1927) y Jackson (1944) sugieren a las algas rojas como ancestros de los hongos superiores (Cifuentes, 1984).

2.2.2. Compost

a. La teoría de Leibig

Sobre la nutrición mineral, reduce la alimentación de las plantas a nitrógeno, fosforo y potasio, sin considerar la trascendencia de los oligoelementos y los microorganismos del suelo, esto permitió el desarrollo de la industria de fertilizantes químicos y el abandono progresivo de los abonos orgánicos (Bonh, 1993).

b. Teoría de McKeague – 1986

Los monómeros derivados de la lignina pueden llegar a ser fenoles, los cuales son concentrados dentro de las moléculas de ácidos húmicos. Se ha sugerido que la habilidad de formar complejos de las sustancias puede ser aumentada por el incremento de la capacidad de formar radicales libres, lo cual es importante para el mejoramiento de la capacidad de intercambio catiónico o para la formación de complejos organominerales (Dick, 1982).

c. Teoría de la fracción húmica

La fracción húmica incrementa a medida que las sustancias precursoras son renovadas continuamente al suelo. Según Andreux (1982), a partir de la partición de moléculas de lignina y síntesis de sustancias prehúmicas, se producen reacciones de policondensación que tienden a la formación de estructuras tridimensionales por la formación de enlaces C-C ó C-O, formándose así macromoléculas (Lynch, 1896).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Compost

El compost es el resultado de la descomposición y equilibrio de sustratos orgánicos de distinto origen realizado por microorganismos, generalmente aquellos que se encuentran presentes en la biomasa, que gracias a la mezcla de los variados componentes, en presencia de oxígeno atmosférico y aprovechando las condiciones del entorno tales como la temperatura quien es la encargada de generar calor por vía biológica, permite la obtención de compost, quien ayuda en la mejora de la estructura y reducción de la erosión del

suelo, de la misma manera ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Gilbert, 2008).

El uso del compost brinda las siguientes ventajas:

a. Mejora las propiedades físicas del suelo

La materia orgánica contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola (serán más permeables a los suelos pesados y más compactos a los ligeros), aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa, contribuye a aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo mediante la formación de agregados (Fernández, 2015).

b. Mejora las propiedades químicas del suelo

El material orgánico contiene macronutrientes N, P, K quienes son los encargados de la mejora de la capacidad de intercambio de cationes del suelo, la cual consiste en la absorción de los nutrientes catiónicos del suelo estos poniéndolos más adelante a disposición de las plantas, por otra parte, los compuestos húmicos presentes en la materia orgánica forman complejos y quelatos estables, esto genera el aumento de la posibilidad de ser asimilados por las plantas (Fernández, 2015).

c. Mejora la actividad biológica del suelo

La materia orgánica del suelo brinda energía y nutrientes a los microorganismos presentes en el suelo. La presencia de una población microbiana representa el índice de fertilidad de un suelo (Intec, 1999).

2.3.2. Tipos de compostaje

Las técnicas de compostaje se dividen en función del tipo de sistema de aireación empleado, los cuales pueden ser:

a. Sistemas abiertos

Son aquellos que se hacen al aire libre y cuando se tiene una cantidad abundante de residuos orgánicos (Román et al., 2013).

Los materiales se compostan en formas de pilas o hileras, alternando capas de diferente material con el propósito de lograr una adecuada relación C/N.

b. Sistemas cerrados

Son aquellos que se realizan en recipientes y cuando se tiene una cantidad pequeña de residuos orgánicos. Estos sistemas son usados mayormente a nivel familiar, ya que se puede controlar el entorno del compostaje.

2.3.3. Procesos del compostaje

El compostaje brinda la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola (Román et al., 2013).

Los procesos que se desarrollan durante el compostaje son:

2.3.3.1. Procesos biológicos

Estos procesos mayormente son de tipo aeróbico, aunque también se dan casos de sistemas anaeróbicos.

a. Ciclo de temperaturas

Durante el compostaje se presentan variaciones de la temperatura, este parámetro nos ayuda a identificar las fases del compostaje, además de ser un factor que interviene en el desarrollo de los microorganismos.

La temperatura recomendable para el proceso de descomposición se encuentra entre los rangos de 35-55ºC de esta manera se eliminara los parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos importantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados (Filippini, 2009).

b. Degradación de la materia orgánica

Los residuos orgánicos compostables son mayormente materiales vegetales, los cuales están compuestos por azucares, almidones, celulosa, grasas, ceras, ligninas y proteínas. Los microorganismos encargados de degradar esta materia orgánica son los hongos, actinomicetos y bacterias (mesófilas y termófilas).

Al descomponerse los residuos orgánicos pueden convertirse en sustancias húmicas estables y resistentes, todo gracias a la actividad de los microorganismos.

c. Higienización

La higienización del material compostable se da durante la fase termofílica, donde a consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida (Román et al., 2013).

El control de la presencia de patógenos en el compost depende de la temperatura que alcance el

material, pero también de la humedad, la aireación y el tamaño de partícula (Román et al., 2013).

2.3.3.2. Procesos químicos

En el proceso de compostaje aproximadamente el 50% de la materia orgánica es mineralizada, generándose además CO_2 y H_2O, lo que sucede en materiales que son fácilmente degradables (Loayza, 2020).

a. Relación C/N

Este parámetro varia de acuerdo a la composición de los materiales de partida del compost, tanto el carbono como el nitrógeno son fundamentales para el compostaje.

Los microorganismos que degradan el compost deben tener una gran disponibilidad de nutrientes que ayudaran a acelerar el proceso, siendo los principales el carbono para obtener energía y el nitrógeno para la síntesis de proteínas. Una proporción adecuada de la relación C/N esta alrededor de 25 a 35, concentraciones más altas impiden el crecimiento de los microorganismos, por el contrario razones más bajas aceleran la tasa de descomposición pero pueden causar pérdida de nitrógeno en forma de amoniaco y rápido agotamiento del oxígeno disponible, lo que conduce a los malos olores típicos de situaciones anaerobias (Bautista, 2005).

Tabla 1

Razón carbono/nitrógeno de diferentes materiales

Materia Prima	Razón C:N
Alto contenido en carbono	
Caña de maíz	60:1
Fronda	40-80:1
Hojas secas y hierbajos	90:1
RSU mezclados	50-60:1
Aserrín	500:1

Fuente: Bautista (2005).

b. Contenido de nutrientes (N, P y K)

La determinación del contenido de nutrientes del compost es importante para conocer el aporte de nutrientes que puede brindar, ya que estos son necesarios para el crecimiento de las plantas.

Los nutrientes se dividen en macro y micro nutrientes, siendo los macronutrientes primarios N, P y K y los secundarios Mg, S y Ca. Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas y estos son el hierro, zinc, manganeso, boro, cobre, molibdeno y cloro (Román et al., 2013).

c. pH

El parámetro pH es un indicador de la actividad de los microorganismos. El pH inicial de los materiales compostables generalmente presenta valores de 5.5 a 7, éste empieza a elevarse como resultado de la perdida de ácidos orgánicos mediante la volatilización (altas temperaturas), la degradación microbiana y la

liberación de amoníaco. Finalmente el pH se estabiliza en un rango de 7.5 a 8.5 y puede ser desfavorable en caso sobrepase los niveles de 8.5, que produce pérdida de nitrógeno y malos olores. Se considera que un pH de 8.1 a 8.5 al final del proceso, indica la estabilización del compost y por tanto un producto apto para el uso agrícola (Filippini, 2009).

d. Oxigeno

El compostaje al ser un proceso aeróbico necesita la presencia de oxígeno. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (Filippini, 2009).

Un exceso de aire puede ocasionar que el proceso de compostaje se detenga, asimismo una baja aireación puede hacer que el proceso se vuelva anaeróbico, es por esto que se debe mantener una aireación adecuada (Loayza, 2020).

2.3.3.3. Procesos físicos

Los factores físicos como el tamaño de partículas y la humedad influyen tanto en los procesos biológicos como en los procesos químicos.

a. Humedad

Los microorganismos presentes en el proceso de compostaje asimilan los nutrientes que están disueltos en el agua, por ello el desarrollo de los mismos depende del contenido de humedad (Loayza, 2020).

En la producción de compost es importante alcanzar los niveles de 40 a 60% de humedad, en caso este sea mayor, el agua ocupará todos los poros y esto generara que el proceso sea anaeróbico, por el contrario si la humedad es muy baja esto producirá que no haya una adecuada actividad de los microorganismos y el proceso será lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas, para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85% mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60% (Filippini, 2009).

b. Tamaño de partículas

Este parámetro está muy relacionado con la ventilación de la pila y la retención de la humedad, asimismo con la actividad microbiana ya que si las partículas son pequeñas es más fácil el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para el compostaje es de 5 a 20 cm (Román et al., 2013).

2.3.4. Fases del compostaje

Según la temperatura el proceso de compostaje se puede dividir en 4 fases las cuales son:

a. Fase mesolítica

Es la primera fase de latencia o crecimiento en la que los microorganismos se adaptan al medio y empiezan a multiplicarse, comprende aproximadamente de 2 a 4 días y presentan un buen desenvolvimiento a temperaturas que pueden superar los 50°C, existe una gran variedad de microorganismos quienes se

aumentan rápidamente por la actividad metabólica, que incrementa la temperatura, generando ácidos orgánicos que disminuyen el pH. En este periodo son atacadas sustancias carbonadas fácilmente oxidables como los glúcidos, almidón, aminoácidos y proteínas solubles (Londoño, 2003).

b. Fase termófila

Es la segunda fase en la cual las poblaciones mesolíticas son reemplazadas por las termófilas a una temperatura de 50 a 70°C, el proceso presenta una duración de una a ocho semanas de acuerdo a la velocidad de fermentación, esto dependerá de los microorganismos que entran en el medio. En esta fase también se convierte el nitrógeno en amoniaco y el pH se vuelve alcalino. A 60°C los hongos termófilos desaparecen y surgen bacterias esporíferas y actinomicetos quienes degradan las ceras, proteínas y hemicelulosas, la temperatura desciende a 40°C, habitad en que reinician su actividad y desciende el pH (Londoño, 2003).

c. Fase mesófila

Es la tercera fase en la cual la temperatura baja hasta 40°C y los microorganismos mesófilos se reactivan. Las bacterias y los hongos convierten otra parte de la celulosa como la lignina y la lignoproteina y se da la presencia de microorganismos e invertebrados (Londoño, 2003).

d. Fase de maduración

Se caracteriza por mantener una fermentación lenta, los microorganismos termófilos disminuyen, pero aparecen otros como los basidiomicetos que degradan la lignina y los actinomicetos la celulosa, en esta etapa es el momento de la síntesis coloidal, húmico, hormonal, vitamínico, de antibióticos y otros compuestos (Londoño, 2003).

Figura 1

Temperatura y fases del compostaje



Fuente: Londoño, 2003.

2.3.5. Calidad del compost

La calidad del compost se establece en función a las características físicoquimicas como humedad, contenido de materia orgánica, pH, relación C/N y otros. Si estos parámetros son bien manejados se tendrá un compost de buena calidad, con las siguientes características: libre de contaminación, higienizado, alto potencial fitosanitario, potencial de fertilización, potencial de capacidad de retención de agua, potencial de protección de erosión, libre de malos olores y estabilidad microbiológica (Nuñez, 1992).

La calidad del compost para ser catalogada como buena, debe presentar un contenido de metales pesados por debajo de los límites máximos establecidos por la legislación vigente en el país que corresponda (Nuñez, 1992).

2.3.5.1. Índices de calidad del compost

Los índices de calidad se dividen en físicos, químico y microbiológicos.

a. Índices físicos

Los índices físicos más utilizados para evaluar la calidad del compost son:

- ***Tamaño de partículas.*** Este parámetro es importante para determinar la porosidad y aireación que presenta el compost, estas condiciones ayudan a identificar sobre que sustratos puede ser aplicado y también nos indican si es fácilmente manipulable al momento de su aplicación (Vargas, 2017).

- ***Materia inerte.*** La presencia de este tipo de materia en el compost es un indicador de la falta de segregación de los residuos sólidos en la fuente y antes del proceso de compostaje (Vargas, 2017).

  Las normas de calidad establecen límites de contenido de materias inertes específicas para plásticos, piedras, vidrios y metales.

- ***Humedad.*** Este parámetro varía durante el proceso de compostaje dependiendo del estado físico y tamaño de los residuos orgánicos. En el compost final el contenido de humedad nos ayuda a inferir ciertas característica del producto, como por ejemplo si es fácilmente manipulable, si presenta problemas para el cribado o para su almacenamiento, entre otros (Vargas, 2017).

b. Índices químicos

Los índices químicos más utilizados para evaluar la calidad del compost son:

- ***Materia orgánica.*** El contenido de materia orgánica del compost depende de los residuos orgánicos de partida, los cuales mayormente son de origen vegetal. Este parámetro también es un indicador del estado de degradación o transformación que se dio durante el proceso de compostaje (Vargas, 2017).

- ***pH.*** Este parámetro varía en cada fase del proceso de compostaje, registrándose mayormente valores que van desde 4.5 a 8.5, además este condiciona la supervivencia de los microorganismos encargados de la degradación del material orgánico (Román et al., 2013).

- ***Conductividad eléctrica.*** Este parámetro depende de la cantidad de sales que presenta el material orgánico de partida. Generalmente la conductividad eléctrica tiende a incrementar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica (Vargas, 2017).

- ***Relación C/N***, se da de acuerdo al material de partida y es fundamental para el desarrollo del compostaje. Esta relación tiende a reducirse continuamente a lo largo del proceso de compostaje (Román et al., 2013).

- ***Nitrógeno.*** Es un macroelemento fundamental para el desarrollo de las plantas, también es importante

para la absorción de otros nutrientes (Román et al., 2013). El contenido de nitrógeno en el compost depende de la composición y proporción de la fracción orgánica que se composta (Vargas, 2017).

- ***Fósforo.*** Es un macroelemento que va disminuyendo a lo largo del compostaje. El pH es un factor que influye y modifica la disponibilidad del fósforo (Vargas, 2017).

- ***Potasio.*** El contenido de este macroelemento en el compost depende de la composición del material orgánico, del manejo recibido durante el compostaje e incluso del clima (Vargas, 2017).

- ***Cobre.*** Es un metal de color cobrizo que tiene la propiedad de ser buen conductor de calor y electricidad. Este es uno de los metales considerados a la hora de evaluar la calidad del compost (Román et al., 2013).

- ***Plomo.*** Es un metal pesado muy toxico que tiene efectos negativos en la salud humana, por esto las normas de calidad de compost establecen concentraciones límites para este parámetro.

- ***Zinc.*** Es un metal de color blanco azulado muy frágil y oxidable con la humedad. La presencia de este metal y de otros en el compost es no deseada ya que son compuestos que no se destruyen ni se descomponen, y pueden ser asimilados por las plantas, luego por los animales y el hombre (Román et al., 2013).

c. Índices microbiológicos

Son utilizados en los textos legislativos como medida de garantía higiénica y sanitaria para el uso de compost y en menor medida como indicador de la eficiencia del proceso de compostaje (Mendez, 2003).

2.3.5.2. Normativas relacionadas con la calidad de compost

a. Norma Chilena 2880-2005

El objetivo de esta norma es establecer la clasificación y requisitos de calidad del compost producido a partir de residuos orgánicos y de otros materiales orgánicos generados por la actividad humana (Chile, 2005).

Según esta norma el compost se clasifica en dos clases de acuerdo a su nivel de calidad, las cuales son las siguientes:

- ***Compost Clase A:*** Es un producto de alto nivel de calidad que no tiene restricciones de uso y es apto para la agricultura orgánica (Chile, 2005).
- ***Compost Clase B:*** Es un producto de nivel intermedio de calidad que tiene algunas restricciones de uso si su conductividad eléctrica es mayor de 3 dS/m (Chile, 2005).

Tabla 2

Valores máximos permitidos que deben cumplir las clases de compost según la NCh 2880-2005

Parámetro	NCh 2880-2005	
	Clase A	Clase B
Tamaño de partículas	≤ 16 mm	
Materias inertes:	> 4 mm - ≤ 16 mm	
- Plásticos (%)	≤ 5	
- Piedras (%)	≤ 5	
- Vidrios y metales (%)	≤ 0.5	
Contenido de humedad en base húmeda (%)	30 - 45	
Materia orgánica (%)	≥ a 20	
pH	5.0 - 8.5	
Conductividad eléctrica (dS/m)	< 3	≤ 8
Relación C/N	≤ 25	≤ 30
Contenido de N (%)	≥ 0.5	
Contenido de P (%)	No considera	
Contenido de K (%)	No considera	
Calcio (%)	No considera	

Magnesio (%)	No considera	
Hierro (ppm)	No considera	
Manganeso (ppm)	No considera	
Cobre (ppm)	< 100	< 1000
Plomo (ppm)	< 100	< 300
Zinc (ppm)	< 200	< 2000

Fuente: Elaborado a partir de Chile (2005).

b. Norma Ambiental Mexicana 020-2011

Esta norma establece los requisitos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, así como la generada por las actividades agrícolas, forestales y pecuarias (México, 2011).

La presente norma establece tres tipos de compost en función de la calidad y uso que se le puede dar, los cuales son:

- ***Clase A:*** Es un compost que se recomienda usar como sustrato en viveros y sustituto de tierra para maceta (México, 2011).
- ***Clase B:*** Es un compost apto para ser usado en la agricultura ecológica y reforestación (México, 2011).

- ***Clase C:*** Es un compost que puede ser empleado en áreas verdes urbanas y reforestación (México, 2011).

Tabla 3

Valores máximos permitidos que deben cumplir las clases de compost según la NADF 020-2011

Parámetro	NADF 020-2011		
	Clase A	**Clase B**	**Clase C**
Tamaño de partículas	≤ 10 mm	≤ 30 mm	
Materias inertes:		> 5 mm	
- Plásticos (%)	Ausente	< 0.5	< 1
- Piedras (%)	Ausente	< 3	< 5
- Vidrios y metales (%)	Ausente	< 1	< 2
Contenido de humedad en base húmeda (%)	25 - 35		25 - 45
Materia orgánica (%)	> 20		> 25
pH	6.7 - 7.5	6.5 - 8	
Conductividad eléctrica (dS/m)	< 4	< 8	< 12
Relación C/N	< 15	< 20	< 25
Contenido de N (%)	De 1% a 3% en cualquiera de ellos y su suma ≤ 7% (Compost		
Contenido de P (%)			

Contenido de K (%)	mejorador de suelos), si cualquiera es mayor a 3% o la suma es > a 7% (Compost para nutrición vegetal)		
Calcio (%)		No considera	
Magnesio (%)		No considera	
Hierro (ppm)		No considera	
Manganeso (ppm)		No considera	
Cobre (ppm)	70	150	400-500
Plomo (ppm)	45	120	200
Zinc (ppm)	200	500	1200-1800

Fuente: Elaborado a partir de México (2011).

c. Norma Técnica Colombiana 5167-2004

El objetivo de esta norma es establecer los requisitos que debe cumplir el compost usado como abono o fertilizante (Colombia, 2004).

Tabla 4

Límites máximos permitidos que debe cumplir el compost según la NTC 5167-2004

Parámetro	**NTC 5167-2004**
Tamaño de partículas	< 16 mm
Materias inertes:	

- Plásticos > 2 mm	< 0.2 %
- Piedras > 5 mm	< 2 %
- Vidrios y metales > 2 mm	< 0.02 %
Contenido de humedad en base húmeda (%)	20 - 35
Materia orgánica (%)	No considera
pH	4 - 9
Conductividad eléctrica (dS/m)	No considera
Relación C/N	No considera
Contenido de N (%)	> 1
Contenido de P (%)	> 1
Contenido de K (%)	> 1
Calcio (%)	No considera
Magnesio (%)	No considera
Hierro (ppm)	No considera
Manganeso (ppm)	No considera
Cobre (ppm)	No considera
Plomo (ppm)	< 300
Zinc (ppm)	No considera

Fuente: Elaborado a partir de Colombia (2004).

d. Rangos permitidos para compost según la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció rangos de valores permitidos para compost comercial, los cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Rangos permitidos de características físicas y químicas que debe cumplir el compost según la OMS

Parámetro	OMS (Rangos de valores permitidos)
Tamaño de partículas (mm)	2 - 10
Materia inerte (%)	No considera
Contenido de humedad (%)	30 - 50
Materia orgánica (%)	No considera
pH	6 - 9
Conductividad eléctrica (dS/m)	No considera
Relación C/N	No considera
Contenido de N (%)	0.4 – 3.5
Contenido de P (%)	0.3 – 3.5
Contenido de K (%)	0.5 – 1.8
Calcio (%)	No considera
Magnesio (%)	No considera

Hierro (ppm)	No considera
Manganeso (ppm)	No considera
Cobre (ppm)	90 – 260
Plomo (ppm)	200 – 400
Zinc (ppm)	800 - 1200

Fuente: Elaborado a partir de OMS (1985), citado por Vargas (2017).

2.3.6. Hongos

Los hongos son organismos heterótrofos que se alimentan de materia orgánica. Se caracterizan por presentar un sistema vegetativo filamentoso (micelio) constituido por elementos cilíndricos (hifas) que pueden adquirir especialización para constituir estructuras de función reproductora o conservadora (Milla, 2007).

Los hongos desempeñan un función importante en la naturaleza, brindando nutrientes, agua y protección a las plantas, todo esto mediante la degradación de la materia orgánica. Los estilos de vida fúngicos pueden clasificarse de la siguiente manera:

2.3.6.1. Hongos micorrícicos

Los hongos micorrícicos establecen un tipo de simbiosis mutualista con las plantas, por tanto estas le suministran a los hongos carbohidratos y vitaminas procedentes de la fotosíntesis, a cambio, los hongos ayudan a las plantas a absorber agua y nutrientes minerales, suministrándole antibióticos y otras sustancias orgánicas complejas convenientes para la planta (Milla, 2007).

Muchos estudios han demostrado que los hongos micorrícicos proporcionan otros múltiples beneficios a la planta, jugando un complejo papel, imprescindible en el funcionamiento de los ecosistemas de todo tipo, en donde se incluyen bosques, matorrales y praderas (Milla, 2007).

2.3.6.2. Hongos saprófitos

Estos hongos son considerados los más primitivos y se encuentran generalmente presentes en la materia orgánica muerta. Los hongos saprófitos obtienen sus nutrientes a partir de la materia orgánica muerta y son necesarios en la dinámica y resiliencia de los ecosistemas (Giménez, 2008).

Según la naturaleza de la sustancia sobre la que viven los hongos saprofitos, se clasifican en:

- ***Humícolas:*** Son los hongos que viven sobre el humus formado por acumulación de restos vegetales en descomposición. En este grupo podemos encontrar especies como el Agaricus bisporus más conocido como champiñón común (Fernandez, 2021).

- ***Lignícolas:*** Son hongos que viven sobre la madera muerta de los troncos y ramas. En este habitad podemos encontrar especies como el Pleurotus ostreatus también conocido como seta ostra (Fernandez, 2021).

- ***Terrícolas:*** Son hongos que viven sobre tierra con poca vegetación y sin humus. En este grupo podemos encontrar especies como la Omphalina pyxidata (ADESPER, 2007).

- ***Folícolas:*** Son hongos que viven sobre las hojas, estos digieren tanto las nerviaciones como el limbo de las

hojas. Entre estos hongos podemos encontrar especies como el Marasmius epiphyllus que crece sobre hojas de roble (Fernandez, 2021).

- ***Pirófilas:*** Son los hongos que viven sobre terrenos quemados. En este habitad podemos encontrar especies como la Peziza violácea (ADESPER, 2007).

- ***Cortícolas:*** Son hongos que viven sobre la corteza de árboles caducifolios y de coníferas. En este grupo podemos encontrar especies como la Mycena corticola (ADESPER, 2007).

2.3.6.3. Hongos parásitos

Este tipo de hongos crecen sobre los tejidos de otros seres vivos, ya sean animales o vegetales, provocando la muerte de sus huéspedes. Los más abundantes son los que viven en las plantas herbáceas y arbóreas. También existen dentro de estos aquellos que son capaces de vivir sobre la materia orgánica y no pueden desarrollarse sobre medios artificiales. Estos hongos provocan daños más o menos graves a las plantas sobre las que se desarrollan, pudiéndoles causar incluso la muerte (Milla, 2007).

2.4. Definición de términos

- **Agricultura orgánica:** Es el tipo de agricultura que busca lograr una productividad sostenida teniendo en consideración la conservación y/o recuperación de los recursos naturales renovables.

- **Compost:** Es el material que se obtiene del proceso de la degradación de la materia orgánica producto de la actividad de los microorganismos.

- **Compuestos húmicos:** son componentes naturales de la materia orgánica, los cuales resultan de la descomposición de las plantas, animales, microorganismos y etc.

- **Compostaje:** Es un proceso en el que se generan reacciones bioquímicas, para convertir la fracción orgánica a través de la actividad microbiana.

- **Digestión anaerobia**: Es el proceso de fermentación que ocurre con bacterias que transforman la materia orgánica.

- **Descomposición:** Es un proceso que comprende la transformación del cuerpo de un organismo viviente en una forma más simple de materia.

- **Lignina:** Es una sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

- **Micorrizas:** Son asociaciones simbióticas mutualistas entre las raíces de las plantas terrestres y ciertos hongos del suelo.

- **Microorganismos eficaces:** Son microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, los cuales tiene diferentes funciones.

- **pH:** Es un parámetro que indica el buen desarrollo del proceso y la actividad microbiana, en el proceso de descomposición.

- **Quelatos:** Son elementos minerales que necesitan las plantas para tener un adecuado desarrollo de su ciclo de vida.

- **Residuos sólidos:** Son sustancias o productos en estado sólido o semisólido que no se necesitan.

- **Residuos sólidos orgánicos:** Son restos de comida, frutas, plantas y verduras, que presentan una fácil descomposición.

- **Saprofito:** Organismo heterótrofo que adquiere su energía de materia orgánica muerta o de detritos eliminados por otros seres vivos.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

Los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) influyen directamente en la disminución del tiempo de producción y calidad del compost, obtenido a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.

2.5.2. Hipótesis especificas

- Los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) influyen directamente en la disminución del tiempo de producción del compost, elaborado a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.
- Los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) influyen directamente en la calidad del compost, elaborado a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

- Uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas).

2.6.2. Variables dependientes

- Tiempo de producción de compost.
- Calidad de compost.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Unidad de medida	Escala de medición	Instrumento
Variable Independiente: Uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas)	Los hongos saprófitos son organismos descomponedores de materia orgánica que cumplen la función ecológica del reciclaje de la materia muerta.	En la investigación se quiere determinar la influencia de los de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost para lo cual se operacionalizo de la siguiente manera: ➢ Se determinó el peso por especie que se aplicará para cada tratamiento.	Ambiental	Cantidad de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas).	Kg	De razón	Balanza
Variable	El compostaje es un proceso de	En la investigación se quiere determinar el tiempo de	Ambiental	Tiempo de producción	Días	De razón	Ficha de registro

Dependiente 1: Tiempo de producción de compost	descomposición aeróbica que requiere condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos.	producción de compost con influencia de los hongos saprófitos, para lo cual se operacionalizo de la siguiente manera: • Se recolectó los residuos orgánicos. • Se realizó tratamientos aplicando diferentes cantidades de hongos saprófitos.					
Variable Dependiente 2: Calidad de compost	La calidad es el conjunto de características de un producto que cumple con todo los niveles establecidos.	En el estudio se desea determinar la calidad del compost con influencia de los hongos saprófitos, para lo cual se operacionalizo de la siguiente manera: • Se tomó un 1Kg de muestra de la compostera. • En el laboratorio se realizó el	Ambiental	Tamaño de partícula	%	De razón	Tamiz Balanza
				Materia inerte	%	De razón	Tamiz Balanza
				Humedad	%	De razón	Análisis por el Método de Secado a 70°C
				pH	Unidades de pH	De intervalo	Multiparámetro

	análisis de calidad.	Variación de temperatura	ºC	De razón	Termómetro digital
		Materia orgánica	%	De razón	Análisis por el Método Clásico (vía seca)
		Conductividad eléctrica	dS/m	De razón	Multiparámetro
		Relación C/N	%	De razón	Análisis de determinación de C y N
		Contenido de fósforo	%	De razón	Espectrofotómetro
		Contenido de potasio	%	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
		Contenido de magnesio	%	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
		Contenido de calcio	%	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
		Contenido de hierro	ppm	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica

	Contenido de manganeso	ppm	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
	Contenido de cobre	ppm	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
	Contenido de plomo	ppm	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica
	Contenido de zinc	ppm	De razón	Espectrofotómetro de absorción atómica

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ámbito temporal

El presente estudio se desarrolló durante los años 2020 (noviembre y diciembre) y 2021 (enero y febrero), en los meses mencionados se realizó todo el proceso de compostaje. La toma de muestras para el análisis de la calidad del compost se hizo en el mes de marzo y posterior a esto se realizó los análisis en el laboratorio.

3.1.2. Ámbito espacial

El proyecto fue hecho en un área de 84 m^2, el cual se encuentra al interior de la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales de la Municipalidad Provincial de Huancavelica situada en la comunidad de Callqui Chico - Chuñuranra del distrito de Huancavelica; se ubica en el margen izquierdo del río Ichu a 4 Km de la ciudad de Huancavelica y geográficamente se sitúa a 3774 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente estudio fue de tipo aplicada.

Para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de "investigación práctica", que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El empleo del conocimiento da como producto una manera rigurosa y sistemática de saber cómo es la realidad.

3.3. Nivel de investigación

Según Deza (2010), la investigación de nivel explicativo permite definir relaciones de causa - efecto entre la variable independiente y la variable dependiente, a la vez analiza la interacción entre ambas variables.

De acuerdo a lo dicho en el anterior párrafo, el nivel de investigación del presente estudio fue explicativo, ya que se estudia la variable independiente (Uso de hongos saprófitos humícolas y lignícolas) como causa y las variables dependientes (Tiempo y calidad de producción de compost) como efecto.

3.4. Método de investigación

En el presente estudio se usó el método experimental.

El experimento es el método de estudio, en el cual el investigador genera una situación de control donde manipula tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes), que son de utilidad en la investigación (Hernández et al., 2014).

3.5. Diseño de investigación

Se usó el diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), donde se evaluaron 4 tratamientos con 3 repeticiones.

3.5.1. Tratamientos

Los tratamientos fueron cuatro, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo, al que no se le adicionó los hongos saprófitos, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Descripción de los tratamientos y dosis de hongos aplicada por compostera

Tratamiento	Hongos saprófitos	Dosis (Kg de hongos/compostera)
T0	Sin aplicación	-
T1	Humícolas	0.5
T2	Lignícolas	0.5
T3	Humícolas - Lignícolas	0.25 - 0.25

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Características del ensayo

Cada uno de los tratamientos constó de una compostera rectangular cuyas características son:

- Área de la compostera: 0.48 m^2
- Largo de la compostera: 0.80 m
- Ancho de la compostera: 0.60 m
- Alto de la compostera: 0.30 m

3.5.3. Control de parámetros

El control de los parámetros de pH y temperatura se realizó una vez a la semana, asimismo los análisis para la determinación de materia orgánica y humedad.

Esquema de la disposición del ensayo

Repeticiones

I	II	III
T3-2	T2-3	T1-3
T2-2	T0-1	T3-3
T1-2	T3-1	T0-2
T0-3	T1-1	T2-1

3.5.4. Técnica de compostaje

La técnica que se empleó en el proceso de la investigación fue la composta en pilas estáticas, estás consisten en formar pilas o cajas metálicas que presenten capas de aserrín y hojarasca (aproximadamente de 6cm), se añade allí los desechos orgánicos y se cubren con otra capa de hojarasca, para que se conserve la humedad se riega con un poco de agua y se agrega cal para evitar malos olores.

La ventilación se da naturalmente por un proceso de convección térmica. En este caso los procesos son naturales (Ecoamérica, 2001).

La investigación conto con 12 pilas estáticas de 0.80 m x 0.60 m de medidas, pues este consistió de cuatro tratamientos con tres repeticiones.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población

La población del presente estudio estuvo conformada por los residuos orgánicos producidos en el mercado central de Huancavelica. La generación per cápita de residuos producidos en el mercado central

de Huancavelica según el estudio de caracterización realizado en el 2016 comprende 55.25 Kg/hab/día o establecimiento, haciendo una producción total de 0.055 ton/día (PIGARS, 2016).

3.6.2. Muestra

La muestra no probabilística de tipo intencional o de conveniencia, consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador para la muestra (Cochran, 1972).

De acuerdo a lo mencionado, la muestra para el presente estudio fue no probabilística de tipo intencional y estuvo compuesta por 25Kg de residuos sólidos orgánicos por cada compostera.

3.6.3. Muestreo

El tipo de muestreo empleado en el estudio fue de tipo intencional o de conveniencia.

La muestra que se sacó de cada compostera fue de 1Kg de compost y el método de muestreo que se empleó para sacar esta muestra fue el método de cuarteo que consiste en lo siguiente:

- Primeramente se homogeniza el material a muestrear, luego se pone en una superficie plana y se extiende, seguidamente se fracciona en 4 partes iguales y se descartan dos de los cuartos opuestos entre sí, eliminando el material contenido en ello, finalmente se mezclan las dos partes restantes hasta homogenizar la muestra y se extiende nuevamente sobre la superficie. Se repite la operación de reducción y homogenización hasta conseguir el peso o tamaño adecuado de la muestra (García, 2008).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas de recolección de datos

- ***Observación***

Una de las técnicas de recolección de datos que se empleó en el siguiente estudio es la observación, específicamente de campo. Asimismo se aplicó la experimentación, que es un conjunto de procedimientos y operaciones de control que proporcionan información sobre el objeto de estudio, cuyo fin es demostrar que la manipulación de una variable independiente produce un cambio en la variable dependiente (Ramirez, 2005).

- ***Fichaje***

La técnica auxiliar de recolección de datos que se empleó en la investigación fue el fichaje.

Los datos que se obtenían de los instrumentos tanto de campo (papel tornasol y termómetro) como del laboratorio (multiparámetro, balanza analítica y espectrofotómetro de absorción atómica) fueron registrados en las fichas elaboradas.

3.7.1.1. Procedimiento de recolección de datos en laboratorio

El presente estudio tuvo como uno de sus objetivos analizar la diferencia de calidad del compost producido con y sin el uso de hongos saprofitos (humícolas y lignícolas), es por esto que se realizó el análisis en laboratorio de las propiedades físicas y químicas del compost.

- ***pH:***

Materiales:

- Vasos precipitados de 100 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Agua destilada.

Reactivos:

- Solución amortiguadora de pH 7 y 4.

Equipos:

- Balanza analítica.
- Multiparámetro.
- Agitador magnético.

Procedimiento:

a) Se pesó 1 g de compost y se puso en un vaso precipitado de 100 ml, luego con una pipeta se añadió 5 ml de agua destilada.
b) Se agitó con el agitador magnético y luego se dejó reposar 10 minutos.
c) Se calibro el multiparámetro con las soluciones amortiguadoras y luego se midió el pH.

- ***Conductividad eléctrica***

Materiales:

- Vasos precipitados de 100 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Agua destilada.

Reactivos:

- Solución amortiguadora de 84 y 1413 µs/cm.

Equipos:

- Balanza analítica.
- Multiparámetro.
- Agitador magnético.

Procedimiento:

a) Se pesó 1 g de compost y se puso en un vaso de precipitado de 100 ml, luego se añadió 5 ml de agua destilada.
b) Se agitó con el agitador magnético y luego se dejó reposar 10 minutos.
c) Se calibro el multiparámetro con las soluciones amortiguadoras y finalmente se midió la conductividad eléctrica.

- ***Humedad***

Materiales:

- Espátula.
- Sobres manila tamaño A4.

Equipos:

- Balanza analítica.
- Estufa.

Procedimiento:

a) Primeramente se rotulo y pesó los sobres manilas, luego se anotó sus pesos.
b) Se colocó las muestras de compost en los sobres manilas de cada tratamiento y seguidamente se procedió a pesar, luego se anotó el peso de cada uno y finalmente se dejó por un periodo de 18 a 24 horas en la estufa a una temperatura de 70ºC.
c) Se sacó las muestras de la estufa y se dejó enfriar, luego se pesó y se registró estos pesos.
d) Por último se determinó la humedad del compost por la diferencia de pesos.

Fórmula:

$$Humedad\ (\%) = \frac{a - b}{a} \times 100$$

Dónde:

a = masa, en g, de la muestra húmeda.

b = masa, en g, de la muestra seca a 70°C.

- ***Materia orgánica:***

Materiales:

- Espátula.
- Crisoles.

Equipos:

- Balanza analítica.
- Mufla.

Procedimiento:

a) Primeramente se rotulo y pesó 12 crisoles, luego se registró estos pesos.
b) En cada uno de los crisoles previamente rotulados se pesó 10 g de muestra seca de compost de cada tratamiento respectivamente.
c) Se colocó los crisoles en la mufla por 2 horas a 550°C.
d) Se sacó las muestras de la mufla y se dejó enfriar por 40 minutos.
e) Se pesó todos los crisoles y se anotó su peso.
f) Por último se calculó la materia orgánica del compost por la diferencia de pesos.

Fórmula:

$$Materia\ org\acute{a}nica\ (\%) = \frac{a-b}{a} \times 100$$

Donde:

a = masa, en g, de la muestra seca a 70±5°C, antes de la calcinación.

b = masa, en g, de la muestra calcinada a 550°C.

Para la determinación de los parámetros tales como P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, se realizó los siguientes procedimientos en tres etapas:

1. Acondicionamiento de muestras de compost.
2. Digestión de muestras.
3. Lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.

***Etapa 1*: Acondicionamiento de muestras de compost.**

a) Se inicia con el secado de las muestras, para esto se sacó cada muestra de las bolsas Ziploc y se colocó en sobres manila, previamente a esto se pesó el sobre manila, luego se pesó un aproximado de 1000 g de muestra de compost de cada tratamiento.
b) Se colocó todos los sobres manilas en la estufa a unos 70ºC por un tiempo de 24 horas, para el análisis de la calidad de compost.
c) Se sacó las muestras de la estufa y se dejó enfriar, luego al observar las muestras se notó que se encontraban compactadas y no granuladas, por lo que se procedió a moler.
d) Por último se guardó las muestras finales en bolsas herméticas para su posterior análisis.

<u>Etapa 2</u>: Digestión de muestras.

1. Digestión de muestras para Cu, Mg, Mn, Zn, Fe:

Para la determinación de cobre, magnesio, manganeso, zinc y hierro, se realizó el siguiente proceso de digestión:

Reactivos:

- H_2SO_4 concentrado.
- HCl concentrado.
- Agua ultra pura.

Materiales:

- Matraz de 1000 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Pipeta de 5 ml.
- Pipeta de 1 ml.
- Micropipeta de 100 ul – 1000 ul.
- Puntas para micropipeta.
- 12 crisoles.
- 36 tubos de polipropileno, con tapa rosca.
- 12 embudos.
- Bomba de succión.
- Papel filtro Nº 40.
- Papel toalla.

Procedimientos:

a) Terminada la primera etapa, se seleccionó las muestras.
b) Se rotuló 12 tubos de polipropileno con el nombre de cada uno de los tratamientos.
c) Se pesó 2.5 g de cada muestra en crisoles y se llevó a la mufla a una temperatura de 550ºC por 2 horas, luego se dejó

enfriar las muestras y finalmente se vacío en los tubos de polipropileno previamente rotulados.

d) Posteriormente se añadió 20 ml de reactivo Meilich.
   - Para preparar el reactivo Meilich, se realizó lo siguiente: En un matraz de 1000 ml se vertió aproximadamente 10 ml de agua ultra pura, seguidamente con una pipeta se midió 0.7 ml de H_2SO_4 concentrado y se añadió al matraz, luego con otra pipeta se midió 4.15 ml de HCl concentrado y se vertió en el matraz, por último se aforó con agua ultra pura hasta 1000 ml.

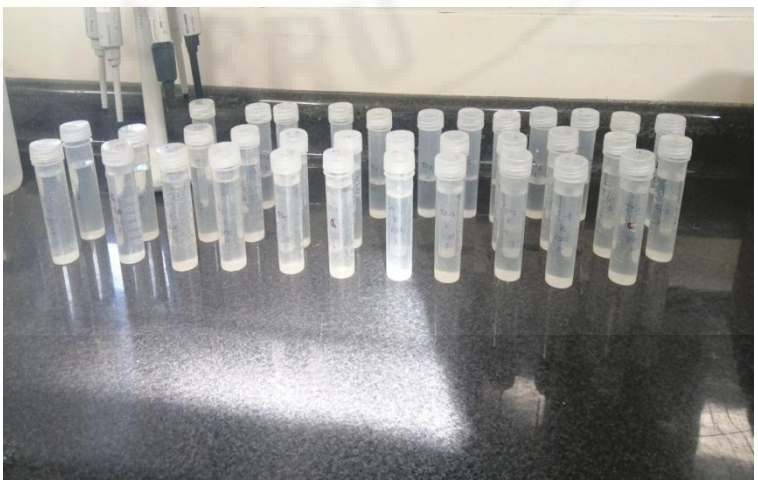
e) Se agito por un periodo de 5 minutos y luego se dejó en reposo por 20 minutos.

f) Finalmente se filtró todas las muestras, para ello se dobló el papel filtro y se introdujo en el embudo, luego este se colocó sobre el tubo de polipropileno previamente rotulado y seguidamente se vertió la muestra sobre el embudo.

g) Para hierro se realiza una dilución de 1:10, para esto con una micropipeta se mide 1 ml de la muestra preparada y se coloca en un tubo de polipropileno, seguidamente se añade 9 ml de agua ultra pura y se agita.

Figura 2

Muestras para análisis de Cu, Mg, Mn, Zn y Fe



Fuente: Elaboración propia.

2. ***Digestión de muestras para Pb:***

Para el análisis de plomo se realizó el siguiente proceso de digestión:

Reactivos:

- HNO_3 1:1.
- HNO_3 concentrado.
- H_2O_2 al 30 % (V/V).
- HCl concentrado.
- Agua ultra pura.

Materiales:

- 02 vasos precipitados de 50 ml.
- 01 vaso precipitado de 200 ml.
- 04 pipetas de 5 ml.
- 28 tubos de polipropileno, con tapa rosca.
- 12 crisoles.
- 14 lunas de reloj.
- Papel filtro Nº 40.
- Papel toalla.

Equipos:

- Campana extractora.
- Digestor de muestras HotBlock.

Procedimientos:

a) Se pesó 0.5 g de muestra de cada tratamiento en tubos de digestión, los cuales fueron rotulados previamente y asimismo se rotulo dos tubos para blancos (estos son aquellos que no contiene muestra solo los reactivos).

b) Seguidamente se dispuso en la porta muestras del HotBlock y se agregó 5 ml de HNO_3 a una concentración de 1:1, se dejó refluir por 10 minutos a 95°C y luego se dejó enfriar.
   - Para preparar el HNO_3 a una concentración de 1:1, se realizó lo siguiente:
     Con una pipeta se midió 50 ml del ácido concentrado y se vertió en una fiola de 100 ml, por último se aforó con agua ultra pura hasta 100 ml.

Figura 3

Digestión de muestras en el HotBlock

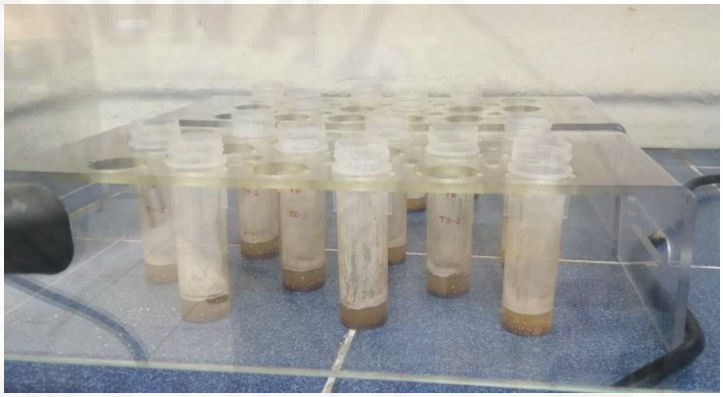


Fuente: Elaboración propia.

c) Cuando las muestras estaban frías, se agregó 2.5 ml de HNO_3 concentrado y se dejó refluir en el HotBlock por 30 minutos a una temperatura de 95°C hasta evaporar a 5 ml.
d) Se dejó enfriar la muestra por 30 minutos.
e) Luego se agregó 1 ml de agua y 1.5 ml de H_2O_2 al 30%, y se colocó en el HotBlock a 95°C, por un periodo de 12 horas, hasta reducir el volumen a 2.5 ml.
f) Cuando se tuvo este volumen, se agregó 5 ml HCl concentrado y se dejó refluir por 15 min, luego se dejó enfriar.

Figura 4

Enfriado de muestras para análisis de Pb



Fuente: Elaboración propia.

g) Luego se aforo a 50 ml con agua ultra pura, agitándolo cuidadosamente.
h) Por último se filtró las muestras, para esto se usó papel filtro y otros tubos de digestión debidamente rotulados, asimismo se empleó embudos a los cuales se introdujo el papel filtro y se colocó sobre los tubos de polipropileno, y se esperó a que termine de filtrar.

3. Digestión de muestras para P:

Para el análisis de fósforo se realizó el siguiente proceso de digestión:

Reactivos:

- HNO_3 concentrado.
- HCl concentrado.
- Agua ultra pura.
- Metavanato de amonio.

Materiales:

- 02 vasos precipitados de 50 ml.
- 01 vaso precipitado de 200 ml.
- 04 pipetas de 5 ml.
- 28 tubos de polipropileno, con tapa rosca.
- 14 lunas de reloj.
- 28 embudos.
- 14 matraces volumétricos de 100 ml.
- Probetas de 50 ml.
- Piseta.
- Goteros.
- Papel filtro Nº 40.
- Papel toalla.

Equipos:

- Campana extractora.
- Digestor de muestras HotBlock.

Procedimientos:

a) Se pesó 5 g de muestra en un crisol y se calcino la muestra a 600°C por un periodo de 6 horas.
b) Se dejó enfriar el crisol con la muestra por unos 30 minutos aproximadamente.
c) Luego se lavó las cenizas del crisol con 40 ml de solución de ácido clorhídrico de concentración 1:3 (lave el crisol, 2 veces usando 2 porciones de 10 ml de ácido cada vez, y lave una tercera vez usando los restantes 20 ml), se vació el contenido de los lavados en tubos de polipropileno con tapa de luna de reloj, luego se agregó 5 gotas de ácido nítrico concentrado y seguidamente se calentó hasta hervir por 5 minutos en el HotBlock.

Figura 5

Colocado de lunas de reloj en las muestras



Fuente: Elaboración propia.

d) Se dejó enfriar los tubos de polipropileno con muestra digerida.
e) Se transfirió el contenido de los tubos a un matraz de 100 ml y se lavó el tubo 3 veces con agua ultra pura.
f) Finalmente se aforo el matraz volumétrico hasta 100 ml usando agua ultra pura.

4. Digestión de muestras para Ca y K:

Para la determinación de calcio y potasio, se realizó el siguiente proceso de digestión:

Reactivos:

- Acetato de amonio (CH_3COONH_4)

Materiales:

- Vaso precipitado de 50 ml.
- Vaso precipitado de 200 ml.

- Pipeta de 5 ml.
- 24 tubos de polipropileno, con tapa rosca.
- 12 embudos.
- Papel filtro Nº 40.
- Papel toalla.

Procedimientos:

a) Se pesó 2 g de la muestra en tubos de polipropileno previamente rotulados.
b) Posteriormente se agregó 2.5 ml de acetato de amonio a cada muestra con una pipeta de 5 ml.
c) Se agito la muestra por 30 minutos aproximadamente.
d) Por último se filtró las muestras, para esto se empleó papel filtro y tubos de digestión rotulados, asimismo se empleó embudos al cual se introdujo el filtro y se colocó sobre el tubo polipropileno, y se esperó, que termine de filtrar.

<u>Etapa 3</u>: Lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.

La lectura del contenido de los elementos en estudio se hizo por espectrofotometría de absorción atómica - llama.

1. ***Lectura de la concentración de Cu, Mg, Mn, Zn, Fe por espectrofotometría de absorción atómica - llama:***

   Para iniciar con la lectura de la concentración de los parámetros en estudio, lo primero que se realizó fue la preparación de los estándares de calibración:

   Reactivos:

   - HNO_3 concentrado.
   - Agua ultra pura.
   - Stock de Cu de 1000 ppm.

- Stock de Mg de 1000 ppm.
- Stock de Mn de 1000 ppm.
- Stock de Zn de 1000 ppm.
- Stock de Fe de 1000 ppm.

Materiales:

- 25 fiolas de 100 ml.
- Micropipeta de 100 ul – 1000 ul.
- Puntas para micropipeta.
- Pipeta de 10 ml.
- Pipeta de 1 ml.
- Vaso precipitado de 25 ml.
- Vaso precipitado de 200 ml.
- Piseta.
- Bomba de succión.
- Papel toalla.

Equipos:

- Espectrofotómetro de absorción atómica - Aurora.
- Lámpara de cátodo hueco de Cu.
- Lámpara de cátodo hueco de Mg.
- Lámpara de cátodo hueco de Mn.
- Lámpara de cátodo hueco de Zn.
- Lámpara de cátodo hueco de Fe.
- Acetileno.
- Aire.

Preparación del estándar:

a) Se preparó estándares en diversas concentraciones para Cu, Mg, Mn, Zn y Fe.

b) Para esto inicialmente se adecuo el área de trabajo y se prendió la campana extractora de gases.
c) Se rotulo las fiolas de 100 ml con el nombre del estándar y la concentración respectiva.
d) Primeramente se preparó un estándar intermedio de 100 ppm de concentración en un volumen de 100 ml para cada uno de los elementos a analizar.

   Para determinar el volumen que se sacó del stock de 1000 ppm de Cu, Mg, Mn, Zn y Fe, para la concentración requerida, se realizó el siguiente calculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$1000 * X = 100 * 100\ ml$$
$$X = 10\ ml$$

   Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 10 ml del stock de Cu de 1000 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con una pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo añadimos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml. Este proceso se hace para cada uno de los elementos a analizar.

Figura 6

Preparación de estándares a diferentes concentraciones



Fuente: Elaboración propia.

e) Se preparó los estándares de trabajo a diferentes concentraciones para cada uno de los elementos a analizar usando el estándar intermedio de 100 ppm de concentración.

Para preparar un estándar de trabajo a 2 ppm de concentración, en un volumen de 100 ml, de un estándar intermedio de 100 ppm de Cu, se realizó el siguiente cálculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$100 * X = 2 * 100\ ml$$
$$X = 2\ ml$$

Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar de trabajo, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 2 ml del estándar intermedio de Cu de 100 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con otra pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo vertemos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml, tapamos la fiola y lo

mezclamos. Este proceso se hace para cada uno de los elementos a analizar.

Tabla 8

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Cu

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	2	4	6
Cu	0 ml	2 ml	4 ml	6 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Mg

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	0.2	0.4	0.6
Mg	0 ml	0.2 ml	0.4 ml	0.6 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Mn

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	2	4	6
Mn	0 ml	2 ml	4 ml	6 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Zn

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	0.4	0.8	1.2
Zn	0 ml	0.4 ml	0.8 ml	1.2 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Fe

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	3	6	9
Fe	0 ml	3 ml	6 ml	9 ml

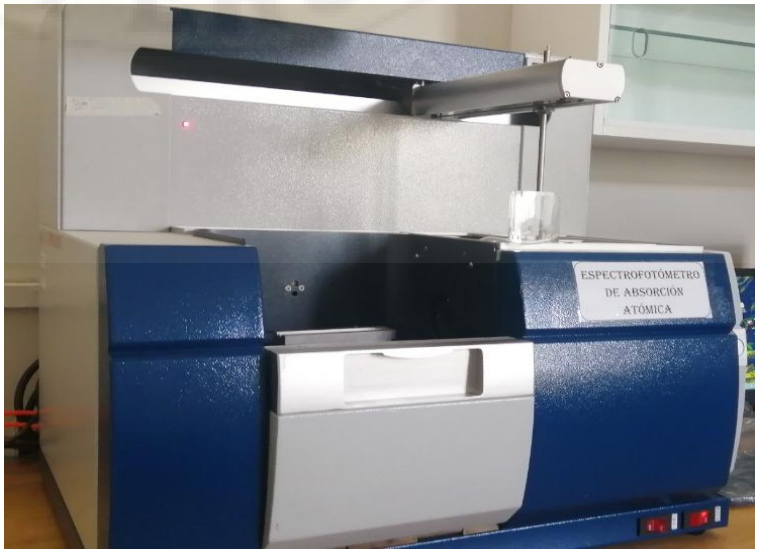
Fuente: Elaboración propia.

Procedimientos de lectura:

a) Se encendió el espectrofotómetro de absorción atómica y se dejó calentar por 30 minutos.

Figura 7

Encendido del espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Elaboración propia.

b) Se ingresó al software del espectrofotómetro de absorción atómica denominado AI1300, luego se seleccionó la lámpara del elemento a analizar y se configuro con el combustible indicado para este, con respecto a Cu, Mg, Mn, Zn y Fe se empleó como combustible el Acetileno y como oxidante el aire. Posteriormente se introdujo algunas características tales como corriente, voltaje, longitud de onda, y otros datos necesarios para que al momento de la lectura el equipo reconozca el elemento que se quiera medir en la muestra digestada de compost.

Figura 8

Configuración del software A11300 del espectrofotómetro de absorción atómica

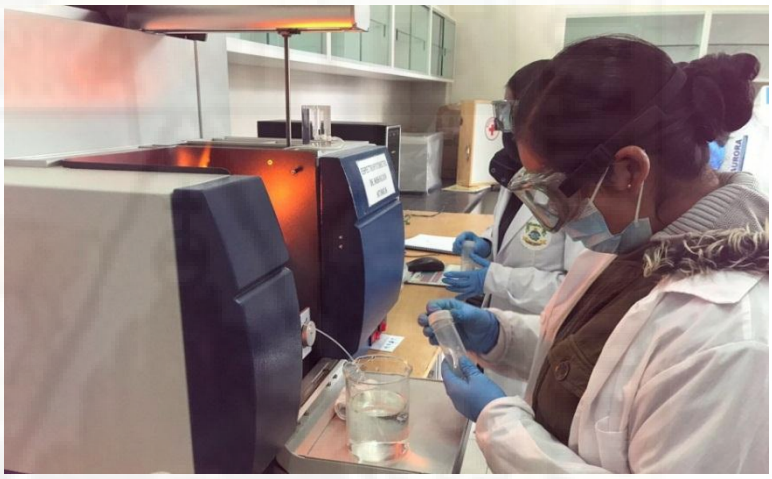


Fuente: Elaboración propia.

c) Se alineo la posición de la lámpara en el espectrofotómetro, para esto es necesario que el HCL este entre el rango de 70% a 80%, ello nos indica que la radiación que emite la lámpara hacia el lente del otro extremo se está dando de manera correcta, luego se procedió a encender la llama y regular el flujo de acetileno y aire.

Figura 9

Encendido de la llama del espectrofotómetro de absorción atómica

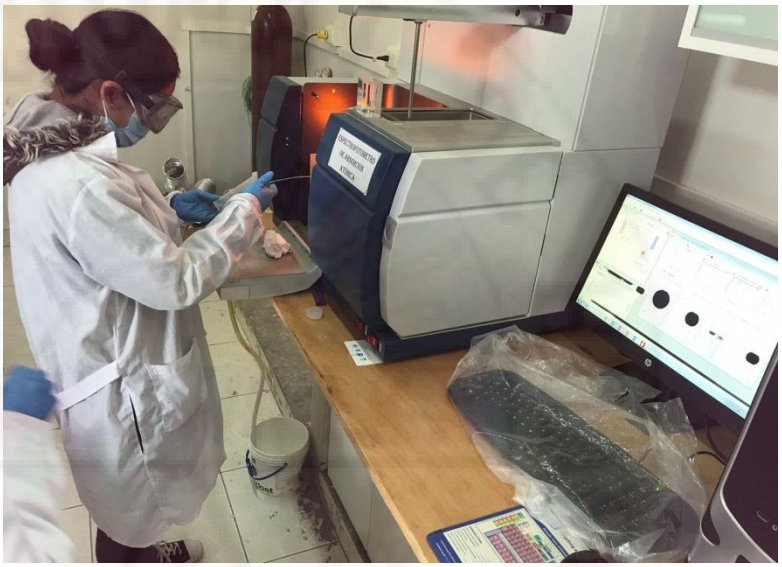


Fuente: Elaboración propia.

d) Ingresamos la cantidad de estándares a leer y construimos la curva de calibración, se hizo varias pruebas para crear la curva de calibración, ya que se tiene que lograr un coeficiente de determinación R > 0.99 para garantizar la confiabilidad de los resultados.
e) Ingresamos la cantidad de muestras a analizarse y se prosiguió con la lectura de todos los analitos.

Figura 10

Lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Elaboración propia.

f) Por último calculamos la concentración del elemento según los siguientes procedimientos:

- Si se realizó diluciones se aplicó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{FD = \frac{V1}{W} \times \frac{V2}{Ali}}$$

Donde:

FD: Factor de dilución.

V1: Volumen de dilución de muestra digerida (ml).

V2: Volumen de solución de muestra para análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica (ml).

W: Peso de muestra antes de calcinar (g).

Ali: Volumen de muestra diluida en la solución de muestras para el análisis (ml).

- Para determinar el porcentaje del elemento (Fe) en la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%\boldsymbol{Fe} = \frac{\boldsymbol{X} \times \boldsymbol{FD}}{\mathbf{10000}}$$

Donde:

% Fe: Porcentaje de hierro en la muestra.

X: Concentración de hierro (ppm) en la muestra.

FD: Factor de dilución.

2. ***Lectura de la concentración de Pb por espectrofotometría de absorción atómica – Llama:***

Para realizar la lectura de la concentración de plomo, primeramente se elaboró los estándares de calibración.

Reactivos:

- HNO_3 concentrado.
- Agua ultra pura.
- Stock de Pb de 1000 ppm.

Materiales:

- 05 fiolas de 100 ml.
- Micropipeta de 10 – 100 ul.
- Micropipeta de 100 ul – 1000 ul.
- Puntas para micropipeta.
- Pipeta de 1 ml.
- Vaso precipitado de 25 ml.
- Vaso precipitado de 200 ml.
- Piseta.
- Bomba de succión.
- Papel toalla.

Equipos:

- Espectrofotómetro de absorción atómica - Aurora.
- Lámpara de cátodo hueco de Pb.
- Acetileno.
- Aire.

Preparación del estándar:

a) Se preparó los estándares en diversas concentraciones para Pb.
b) Para esto inicialmente se adecuo el área de trabajo y se prendió la campana extractora de gases.
c) Se rotulo las fiolas de 100 ml con el nombre del estándar y la concentración respectiva.
d) Primeramente se preparó un estándar intermedio de 100 ppm de concentración en un volumen de 100 ml para plomo.

   Para determinar el volumen que se sacó del stock de 1000 ppm de Pb, para la concentración requerida, se realizó el siguiente calculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$1000 * X = 100 * 100\ ml$$
$$X = 10\ ml$$

   Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 10 ml del stock de Pb de 1000 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con una pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo agregamos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml.

e) Se preparó los estándares de trabajo a diferentes concentraciones para plomo usando el estándar intermedio de 100 ppm de concentración.

Para preparar un estándar de trabajo a 5 ppm de concentración, en un volumen de 100 ml, de un estándar intermedio de 100 ppm de Pb, se realizó el siguiente cálculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$100 * X = 5 * 100\ ml$$
$$X = 5\ ml$$

Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar de trabajo, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 5 ml del estándar intermedio de Pb de 100 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con otra pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo vertemos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml, tapamos la fiola y lo mezclamos sacudiéndolo cuidadosamente. Este proceso se hace para preparar cada uno de los estándares de trabajo.

Tabla 13

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Pb

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	5	10	15
Pb	0 ml	5 ml	10 ml	15 ml

Fuente: Elaboración propia.

Procedimientos de lectura:

a) Se encendió el equipo y se dejó calendar por 30 minutos.
b) Se ingresó al software del espectrofotómetro de absorción atómica denominado AI1300, luego se seleccionó la lámpara de Pb y se configuro como combustible el Acetileno y como oxidante el aire.
c) Se alineo la posición de la lámpara en el espectrofotómetro, para esto es necesario que el HCL este entre el rango de 70% a 80%, ello nos indica que la radiación que emite la lámpara hacia el lente del otro extremo se está dando de manera correcta, luego se procedió a encender la llama y se regulo el flujo de acetileno y aire.
d) Ingresamos la cantidad de estándares a leer y construimos la curva de calibración con estos estándares, se hizo varias pruebas para formar la curva de calibración, ya que se debe de obtener un coeficiente de determinación R > 0.99 para asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos.
e) Ingresamos la cantidad de muestras a analizarse y se continuo con la lectura de los analitos.

3. Lectura de la concentración de P por espectrofotometría:

Para la lectura de la concentración de fósforo, primeramente se elaboró los estándares de calibración:

Reactivos:

- Agua ultra pura.
- Molibdovanato de amonio.
- Stock de P de 1000 ppm.

Materiales:

- 01 fiola de 50 ml.

- 06 fiolas de 25 ml.
- Micropipeta de 100 ul – 1000 ul.
- Puntas para micropipeta.
- Pipeta de 5 ml.
- Pipeta de 1 ml.
- 14 tubos de polipropileno, con tapa rosca.
- Piseta.
- Bomba de succión.
- Papel toalla.

Equipos:

- Espectrofotómetro (GENESYS 10uv).

Preparación del estándar:

a) Los estándares se prepararon en concentraciones de 0, 2, 4, 6, 8 y 10 ppm, se utilizaron los materiales necesarios debidamente rotulados.

Tabla 14

Concentración de los estándares de trabajo de P

ALÍCUOTA (ml)	CONCENTRACIÓN
0	0 ppm
1	2 ppm
2	4 ppm
3	6 ppm
4	8 ppm
5	10 ppm

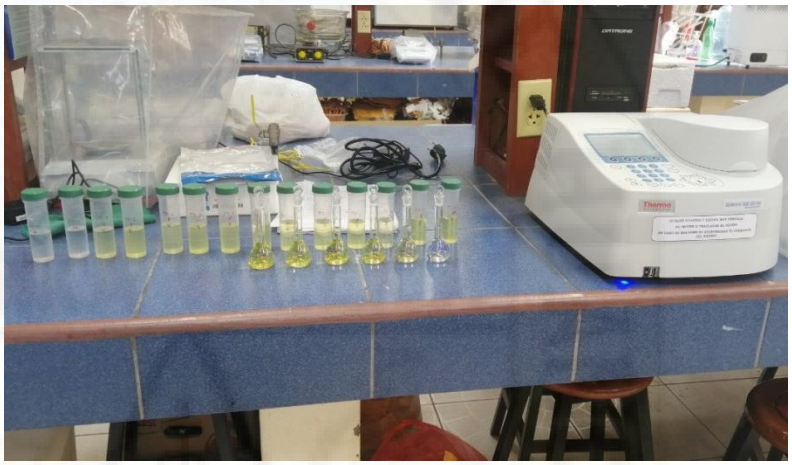
Fuente: Elaboración propia.

b) Se transfirió la alícuota de la solución de trabajo (100 ppm) a una fiola de 25 ml.

c) Se agregó 5 ml de la solución de molibdovanato de amonio en las fiolas previamente rotuladas y luego se aforo con agua ultra pura.

Figura 11

Estándares y muestras para análisis de P



Fuente: Elaboración propia.

Preparación de la muestra a analizar:

a) Se tomó 0.5 ml de la muestra digerida con una pipeta y se vació en los tubos de polipropileno de 50 ml.
b) Se agregó 2.5 ml de la solución de molibdovanato de amonio en los tubos de polipropileno y luego se aforo con agua ultra pura, se esperó 10 minutos antes de efectuar la lectura.

Procedimientos de lectura:

a) Se encendió el espectrofotómetro (GENESYS 10uv).
b) Se ingresó a "TEST", análisis almacenados, luego se seleccionó cualquiera de los análisis y se editó sobre este el nombre del análisis, seguidamente se eligió el Método Lineal a una longitud de onda de 400 nm por absorbancia de 6 estándares.

c) Se procedió a leer los estándares (en orden de blanco - estándar) y se usó papel Tissue de alta calidad (libre de expulsión de polvillos) para secar cada cubeta de cuarzo.
d) Se obtuvo el grafico de calibración, en el cual el coeficiente de correlación debe ser mayor a 0.9996 como mínimo para proceder a analizar las muestras.
e) Se procedió a la lectura de absorbancia y concentración de las muestras obtenida por el equipo.
f) Por último calculamos la concentración de fósforo según los siguientes procedimientos:

- Si se realizó diluciones se aplicó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{FD = \frac{V1}{W} \times \frac{V2}{Ali}}$$

Donde:

FD: Factor de dilución.

V1: Volumen de dilución de muestra digerida (ml).

V2: Volumen de solución de muestra para análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica (ml).

W: Peso de muestra antes de calcinar (g).

Ali: Volumen de muestra diluida en la solución de muestras para el análisis (ml).

- Para calcular el porcentaje de fósforo (P) en la muestra se usó la siguiente fórmula:

$$\% \boldsymbol{P = \frac{X \times FD}{10000}}$$

Donde:

% P: Porcentaje de fósforo en la muestra.

X: Concentración de fósforo (ppm) en la muestra.

FD: Factor de dilución.

4. ***Lectura de la concentración de Ca y K por espectrofotometría de absorción atómica - llama:***

Para iniciar con la lectura de la concentración de calcio y potasio, lo primero que se realizó fue la preparación de los estándares de calibración:

Reactivos:

- HNO_3 concentrado.
- Agua ultra pura.
- Stock de Ca de 1000 ppm.
- Stock de K de 1000 ppm.

Materiales:

- 08 fiolas de 100 ml.
- Micropipeta de 10 – 100 ul.
- Micropipeta de 100 ul – 1000 ul.
- Puntas para micropipeta.
- Pipeta de 1 ml.
- Vaso precipitado de 25 ml.
- Vaso precipitado de 200 ml.
- Piseta.
- Bomba de succión.
- Papel toalla.

Equipos:

- Espectrofotómetro de absorción atómica - Aurora.
- Lámpara de cátodo hueco de Ca.
- Lámpara de cátodo hueco de K.

- Acetileno.
- Aire.

Preparación del estándar:

a) Se preparó estándares en diversas concentraciones para Ca y K.
b) Para esto inicialmente se adecuo el área de trabajo y se prendió la campana extractora de gases.
c) Se rotulo las fiolas de 100 ml con el nombre del estándar y la concentración respectiva.
d) Primeramente se preparó un estándar intermedio de 100 ppm de concentración en un volumen de 100 ml para cada uno de los elementos a analizar.

   Para determinar el volumen que se sacó del stock de 1000 ppm de Ca y K, para la concentración requerida, se realizó el siguiente calculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$1000 * X = 100 * 100\ ml$$
$$X = 10\ ml$$

   Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 10 ml del stock de Ca de 1000 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con una pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo añadimos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml. Se hace el mismo proceso para potasio.

e) Se preparó los estándares de trabajo a diferentes concentraciones para Ca y K usando el estándar intermedio de 100 ppm de concentración.

Para preparar un estándar de trabajo a 3 ppm de concentración, en un volumen de 100 ml, de un estándar intermedio de 100 ppm de Ca, se realizó el siguiente cálculo:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$100 * X = 3 * 100\ ml$$
$$X = 3\ ml$$

Luego de haber realizado el cálculo procedemos a preparar el estándar de trabajo, para esto vertemos aproximadamente 20 ml de agua ultra pura en una fiola de 100 ml previamente rotulada, con una pipeta medimos 3 ml del estándar intermedio de Ca de 100 ppm y lo agregamos a la misma fiola, seguidamente con otra pipeta medimos 1 ml de HNO_3 y también lo vertemos en la fiola, finalmente aforamos con agua ultra pura hasta 100 ml, tapamos la fiola y lo mezclamos. Se hace el mismo proceso para potasio.

Tabla 15

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de Ca

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	3	6	9
Ca	0 ml	3 ml	6 ml	9 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Concentraciones de los estándares extraídas del estándar intermedio de K

	Concentraciones de estándar (ppm)			
ELEMENTO	0	0.5	1	1.5
K	0 ml	0.5 ml	1 ml	1.5 ml

Fuente: Elaboración propia.

Procedimientos de lectura:

a) Se encendió el equipo y se dejó calendar por 30 minutos.
b) Se ingresó al software del espectrofotómetro de absorción atómica denominado AI1300, luego se seleccionó la lámpara del elemento a analizar y se configuro con el combustible indicado para este, con respecto a Ca y K se empleó como combustible el Acetileno y como oxidante el aire. Posteriormente se introdujo algunas características tales como corriente, voltaje, longitud de onda, y otros datos necesarios para que al momento de la lectura el equipo reconozca el elemento que se quiera medir en la muestra digestada de compost.
c) Se alineo la posición de la lámpara en el espectrofotómetro, para esto es necesario que el HCL este entre el rango de 70% a 80%, ello nos indica que la radiación que emite la lámpara hacia el lente del otro extremo se está dando de manera correcta, luego se procedió a encender la llama y se regulo el flujo de acetileno y aire.
d) Ingresamos la cantidad de estándares a leer y construimos la curva de calibración con estos estándares, se hizo varias pruebas para formar la curva de calibración, ya que se debe

de obtener un coeficiente de determinación R > 0.99 para asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

e) Ingresamos la cantidad de muestras a analizarse y se continuo con la lectura de los analitos.

f) Por ultimo calculamos la concentración del elemento según los siguientes procedimientos:

- Si se realizó diluciones se aplicó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{FD = \frac{V1}{W} \times \frac{V2}{Ali}}$$

Donde:

FD: Factor de dilución.

V1: Volumen de dilución de muestra digerida (ml).

V2: Volumen de solución de muestra para análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica (ml).

W: Peso de muestra antes de calcinar (g).

Ali: Volumen de muestra diluida en la solución de muestras para el análisis (ml).

- Para determinar el porcentaje del elemento (Ca) en la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \boldsymbol{Ca = \frac{X \times FD}{10000}}$$

Donde:

% Ca: Porcentaje de calcio en la muestra.

X: Concentración de calcio (ppm) en la muestra.

FD: Factor de dilución.

3.7.2. Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos de las variables de investigación, se realizó a través de los siguientes instrumentos y métodos:

- Tiempo de producción (días) - Ficha de registro.
- Cantidad de materia orgánica (%) - Análisis por el Método Clásico (vía seca).
- Relación C/N (%) - Análisis de determinación de C y N.
- Variación pH (unidades de pH) – Multiparámetro.
- Variación de temperatura (°C) - Termómetro digital.
- Variación de humedad (%) - Análisis por el método de secado a 70°C.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en la investigación se expresaron en términos numéricos, por esto se les considero como datos cuantitativos, es así que estos datos se ordenaron usando el programa Microsoft Excel versión 2010, con respecto a la contratación de la hipótesis se empleó el programa Minitab.

El análisis de datos se hizo usando la estadística descriptiva para detallar las características fisicoquímicas del compost, para esto se calculó la media o promedio, asimismo se empleó la estadística inferencial para establecer las diferencias estadísticas con respecto a la calidad de compost que se produce con y sin el uso de hongos saprofitos (humícolas y lignícolas).

3.9. Descripción de la prueba de hipótesis:

En el presente estudio se usó el diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), por lo cual para la contrastación de hipótesis se empleó el método de Análisis de Varianza (ANOVA) que consiste en comparar los valores de la varianza entre muestras y al interior de cada muestra para establecer mediante una prueba de F al 5% de significancia si las muestras

proceden de una misma población o sí por el contrario, derivan de diferentes poblaciones. Una vez probado que al menos un par de medias es diferente se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de medias para determinar cuáles de ellos son estadísticamente diferentes (Spiegel, 1978).

La prueba de medias a posteriori que se aplicó fue la prueba de Tukey, ya que permite calcular una diferencia crítica para hacer todas las comparaciones entre las medias, el valor de esta diferencia crítica varía de acuerdo al número de comparaciones que se realice.

Esquematización estadística de la prueba de hipótesis en DCA

	Tratamientos					
	T_0	T_1	T_2	T_3	.....	T_k
Repeticiones ↓	T_{0-1}	T_{1-1}	T_{2-1}	T_{3-1}	.....	T_{k-1}
	T_{0-2}	T_{1-2}	T_{2-2}	T_{3-2}	.....	T_{k-2}
	T_{0-3}	T_{1-3}	T_{2-3}	T_{3-2}	.....	T_{k-3}
	...	...	...	...	.....	...
	T_{0-n}	T_{1-n}	T_{2-n}	T_{3-n}	.....	T_{k-n}

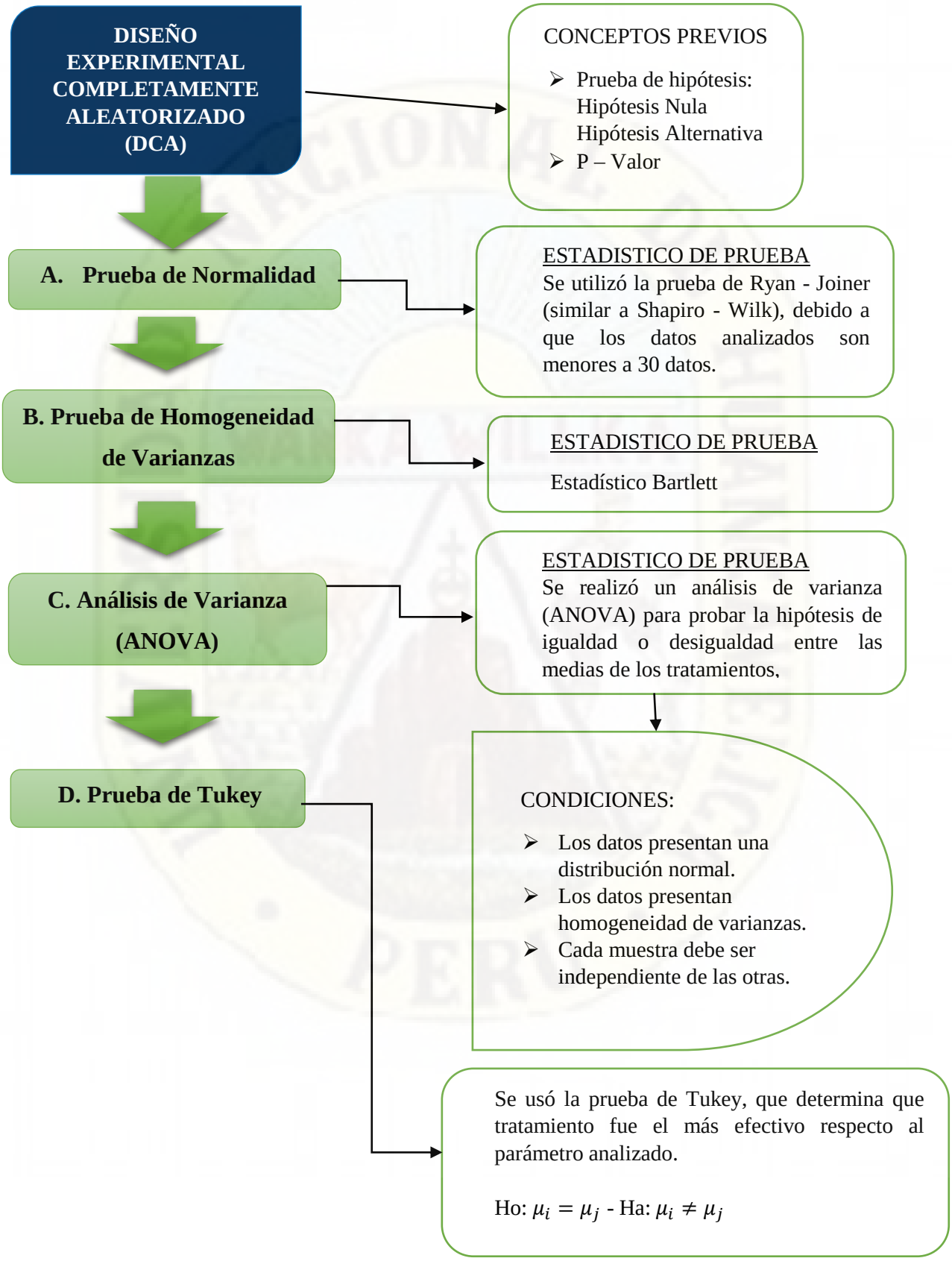
Inferencia estadística sobre T_k

Ho = Hipótesis nula

$\mu T_1 = \mu T_2$ ó $T_k = 0$ (El factor no tiene efecto)

Ha = Hipótesis alterna

$\mu T_1 \neq \mu T_2$ ó $T_k \neq 0$ (El factor tiene efecto)


DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE ALEATORIZADO (DCA)
CONCEPTOS PREVIOS
Prueba de hipótesis:
Hipótesis Nula
Hipótesis Alternativa
P – Valor
A. Prueba de Normalidad
ESTADISTICO DE PRUEBA
Se utilizó la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), debido a que los datos analizados son menores a 30 datos.
B. Prueba de Homogeneidad de Varianzas
ESTADISTICO DE PRUEBA
Estadístico Bartlett
C. Análisis de Varianza (ANOVA)
ESTADISTICO DE PRUEBA
Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos,
CONDICIONES:
Los datos presentan una distribución normal.
Los datos presentan homogeneidad de varianzas.
Cada muestra debe ser independiente de las otras.
D. Prueba de Tukey
Se usó la prueba de Tukey, que determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.
Ho: $\mu_i = \mu_j$ - Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación e interpretación de datos

En la investigación primero se realizó el cálculo de los datos en el programa Microsoft Excel, seguidamente se hizo la constatación de los límites máximos de los parámetros con respecto a la Norma Chilena 2880 - 2005, Norma Mexicana 020 - 2011, Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004 y la OMS, también se hizo la contrastación de hipótesis mediante el empleo del método de Análisis de Varianza (ANOVA).

4.1.1. Tiempo de producción

Según el análisis de varianza del tiempo de producción del compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 17

Comparación del tiempo de producción promedio en días por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T0	3	96	A		
T2	3	91		B	
T1	3	88		B	
T3	3	82			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 =

Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 17, muestra el promedio del tiempo de producción del compost por tratamiento, donde se evidencia la diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

El tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con un valor promedio de 82 días que representa una disminución de 14.58% del tiempo de producción con respecto al testigo, esto demuestra que el uso de los dos tipos de hongos saprofitos acelera el compostaje.

El tratamiento T1 (hongos humícolas) con un valor promedio de 88 días que representa una disminución de 8.33% del tiempo de producción con respecto al tratamiento T0 (testigo) y el tratamiento T2 (hongos lignícolas) con un valor promedio de 91 días que representa una disminución de 5.21% del tiempo de producción con respecto al testigo, cabe resaltar que estos tratamientos son estadísticamente iguales.

El tratamiento T0 o testigo con un registro promedio de 96 días, tiene el mayor tiempo de producción de compost en comparación al resto de los tratamientos, se deduce que esto es debido a que no se le adiciono ningún tipo de hongo saprofito (humícolas - lignícolas).

4.1.2. Características físicas del compost

4.1.2.1. Tamaño de partículas

Los resultados registrados del tamaño de partículas del compost se exponen a continuación:

Tabla 18

Resultados del tamaño de partículas (%) del compost final

Tratamiento	Media	Valores permisibles	Calidad del Compost
		N*	N*
T0	100	≤ 16 mm	B
T1	100	≤ 16 mm	B
T2	100	≤ 16 mm	B
T3	100	≤ 16 mm	B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Norma Chilena 2880-2005
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 18, muestra el promedio del tamaño de partículas < 16 mm del compost final, donde se evidencia que no hay diferencia entre los tratamientos estudiados.

Con respecto a este parámetro el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) fue el más resaltante debido a sus características granulométricas más finas en comparación a los demás tratamientos.

Los resultados registrados fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005, donde el 100% de partículas pasaron por el tamiz con orificios de 16 mm de diámetro, requerimiento que indico dicha norma señalando que las partículas deben ser ≤ 16 mm para considerar el compost como Clase B.

Debido a que todos los tratamientos no exceden los límites establecidos por la Norma Chilena 2880 - 2005, queda aceptada la categorización según esta norma.

4.1.2.2. Materia inerte

- ***Contenido de plásticos***

Los resultados obtenidos del contenido de plásticos del compost se detallan a continuación:

Tabla 19

Resultados del contenido de plásticos (%) del compost final

Tratamiento	Media	Valores permisibles	Calidad del compost
		N*	N*
T0	0.000	≤ 5 %	B
T1	0.001	≤ 5 %	B
T2	0.000	≤ 5 %	B
T3	0.000	≤ 5 %	B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Norma Chilena 2880-2005
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 19, muestra el promedio del contenido de plásticos de tamaño mayor a 4 mm y menor o igual a 16 mm del compost final, donde se nota que hay diferencia entre los tratamientos estudiados.

El tratamiento T1 (hongos humícolas) con un registro promedio de 0.001%, fue el único en presentar contenido de plásticos, a diferencia del resto de tratamientos en los que no se encontró presencia de plásticos.

Los resultados registrados de la cantidad promedio de plásticos de tamaño > 4 mm y ≤ 16 mm de todos los tratamientos fueron inferiores al límite máximo indicado en la Norma Chilena 2880 - 2005 para el compost Clase B.

- ***Contenido de terrones y piedras***

Los resultados obtenidos del contenido de terrones y piedras del compost se muestran a continuación:

Tabla 20

Resultados del contenido de terrones y piedras (%) del compost final

Tratamiento	Media	Valores permisibles	Calidad del compost
		N*	N*
T0	0.061	≤ 5 %	B
T1	0.073	≤ 5 %	B
T2	0.062	≤ 5 %	B
T3	0.065	≤ 5 %	B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Norma Chilena 2880-2005
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 20, detalla el promedio del contenido de terrones y piedras de tamaño mayor a 4 mm y menor o igual a 16 mm del compost final, donde se evidencia que hay diferencia entre los tratamientos estudiados.

El valor más alto se obtuvo en el tratamiento T1 (hongos humícolas) con un promedio de 0.073%, los tratamientos T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) con valores promedios de 0.062% y 0.065% respectivamente, no presentaron contenido de piedras en su totalidad sino que también presentaron un porcentaje de terrones. El tratamiento T0 o testigo con un registro promedio de 0.061%, fue el valor más bajo entre los tratamientos.

Los resultados registrados de la cantidad promedio de terrones y piedras de tamaño > 4 mm y ≤ 16 mm de todos los tratamientos fueron menores al valor máximo permisible establecido por la Norma Chilena 2880-2005 para el compost Clase B.

- ***Contenido de vidrios y metales***

Los resultados obtenidos del contenido de vidrios y metales del compost se muestran a continuación:

Tabla 21

Resultados del contenido de vidrios y metales (%) del compost final

Tratamiento	Media	Valores permisibles	Calidad del compost
		N*	N*

T0	0.0000	≤ 5 %	B
T1	0.0001	≤ 5 %	B
T2	0.0000	≤ 5 %	B
T3	0.0060	≤ 5 %	B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Norma Chilena 2880-2005
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 21, expone el promedio del contenido de vidrios y metales de tamaño mayor a 4 mm y menor o igual a 16 mm del compost final, donde se observa que hay diferencia entre los tratamientos estudiados.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) con valores promedios de 0.0001% y 0.0060% respectivamente, fueron los tratamientos que presentaron contenido de vidrios y metales, a diferencia de los tratamientos T0 (testigo) y T2 (hongos lignícolas) en los cuales no hubo presencia de vidrios y metales.

Los resultados registrados del contenido de vidrios y metales de tamaño > 4 mm y ≤ 16 mm de todos los tratamientos estuvieron por debajo del valor máximo señalado por la Norma Chilena 2880 - 2005 para el compost Clase B.

4.1.2.3. Humedad

Según el análisis de varianza de la humedad (%) evaluada en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de

comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 22

Comparación de la humedad promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*			
T3	3	36.73	A			
T1	3	35.46		B		
T2	3	34.45			C	
T0	3	30.38				D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

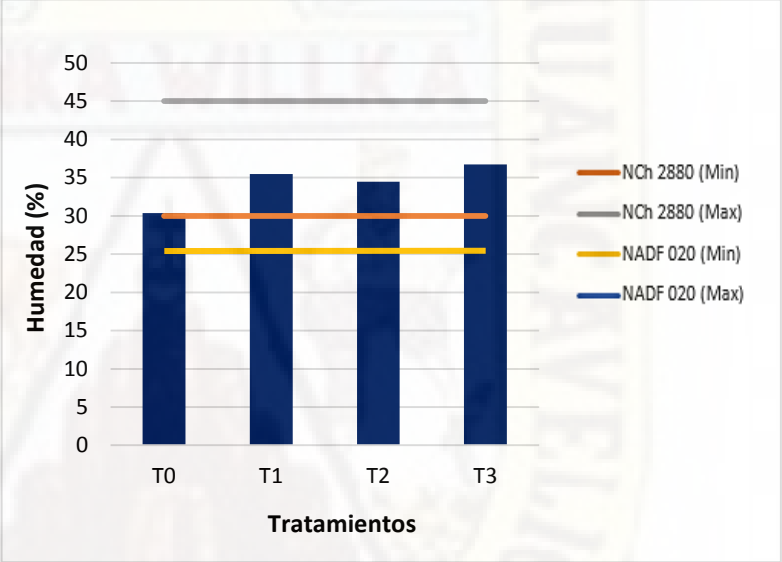
La Tabla 22, muestra el promedio de la humedad del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos estudiados, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede observar que el tratamiento T0 (testigo) con una humedad de 30.38% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 36.73% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener valores de humedad más altos, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 35.46% y 34.45% respectivamente, presentaron un mayor contenido de humedad en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 12

Humedad promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 – 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 se muestra los registros del contenido de humedad promedio (%) por tratamiento, los cuales fueron evaluados con la Norma Chilena 2880 - 2005 que establece los límites entre 30% y 45% de humedad, y con la Norma Mexicana 020 - 2011 que fija límites entre 25% y 45% de humedad, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) están dentro de los rangos indicados en dichas normas.

4.1.3. Características químicas del compost

4.1.3.1. Contenido de nitrógeno

Según el análisis de varianza del contenido de nitrógeno (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 23

Comparación del contenido de nitrógeno promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*			
T3	3	1.16	A			
T1	3	0.94		B		
T2	3	0.82			C	
T0	3	0.71				D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

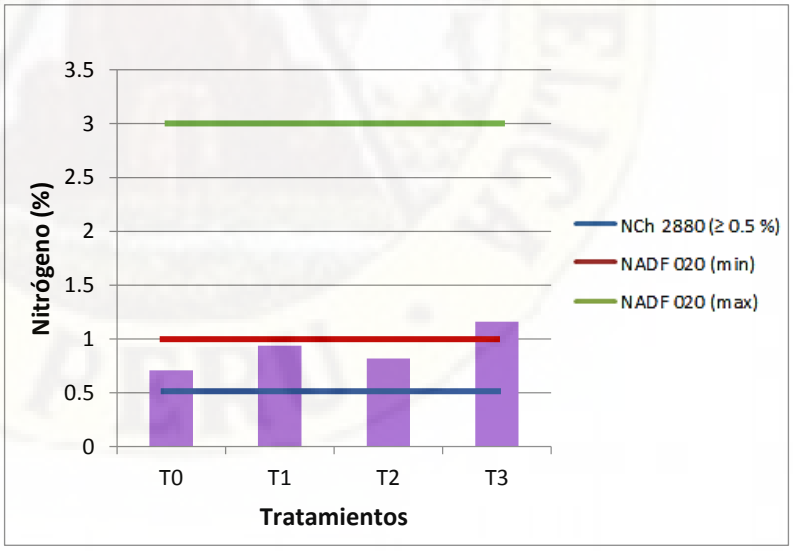
La Tabla 23, muestra el contenido promedio de nitrógeno del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede notar que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de nitrógeno de 0.71% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 1.16% que tiene el registro más alto, siendo este último el más óptimo para obtener un mayor contenido de nitrógeno, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.94% y 0.82% respectivamente, presentaron un mayor contenido de nitrógeno en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 13

Contenido de nitrógeno promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 – 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13, se muestra los registros del contenido de nitrógeno promedio (%) por tratamiento, los cuales fueron evaluados con la Norma Chilena 2880 - 2005 que establece el valor mínimo de calidad de 0.5% de contenido de nitrógeno, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por encima del límite mínimo indicado en dicha norma. Sin embargo en el caso de la Norma Mexicana 020 - 2011 que fija límites de calidad entre 1% y 3% de contenido de nitrógeno, se observa que solo el registro del tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es mayor al valor mínimo de calidad establecido por esta norma, a diferencia de los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas), los cuales tienen registros inferiores al límite mínimo de calidad.

4.1.3.2. Relación C/N

Según el análisis de varianza la relación C/N evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 24

Comparación de la relación C/N por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*	
T3	3	16.01	A	
T1	3	15.33	A	B
T2	3	14.12		B

T0	3	12.69	C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

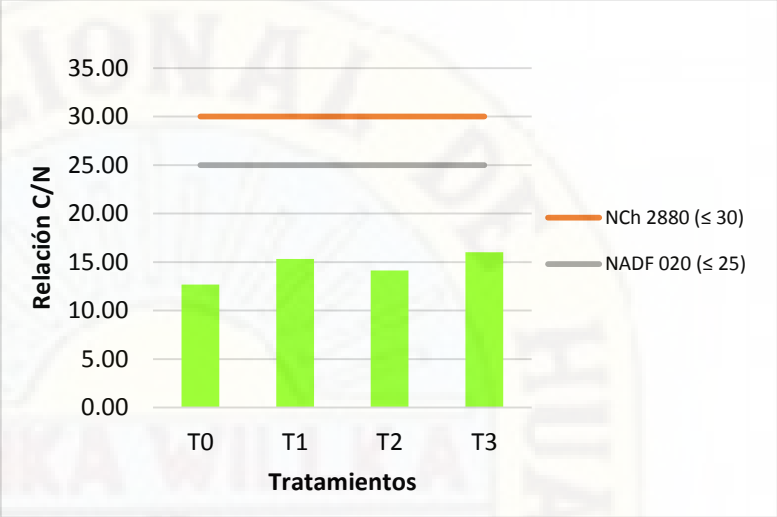
La Tabla 24, muestra la relación C/N del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede notar que el tratamiento T0 (testigo) con una relación C/N de 12.69 es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 16.01 que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener una mayor relación C/N, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 15.33 y 14.12 respectivamente, presentaron una mayor relación C/N en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 14

Relación C/N por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 – 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14, se muestra los registros de la relación C/N por tratamiento, los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites ≤ 30, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece límites ≤ 25, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) están por debajo del valor máximo indicado por dicha norma.

4.1.3.3. Fósforo (%)

Según el análisis de varianza del contenido de fósforo (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 25

Comparación del contenido de fósforo promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*	
T3	3	0.64	A	
T1	3	0.63	A	
T2	3	0.61	A	
T0	3	0.32		B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 25, muestra el contenido promedio de fósforo del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre el tratamiento T0 (testigo) y los tratamientos T1 (hongos humícolas), T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas), demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

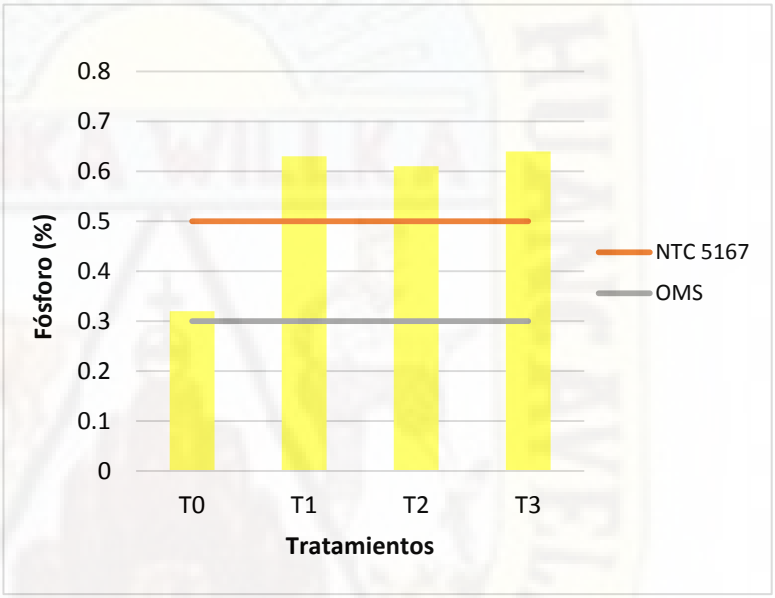
El tratamiento T0 (testigo) con un contenido de fósforo de 0.32% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 0.64% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener un mayor contenido de fósforo, superando estadísticamente al resto de tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.63% y

0.61% respectivamente, presentaron un mayor contenido de fósforo en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente iguales al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas).

Figura 15

Contenido de fósforo promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NTC 5167 = Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004; OMS = Organización Mundial de la Salud.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, se ve que solo el registro del tratamiento T0 (testigo) es menor a 0.5% de contenido de fósforo, que es el valor mínimo de calidad indicado por la Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004, a diferencia de los tratamientos T1 (hongos humícolas), T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) los cuales tienen registros superiores al valor mínimo de calidad, sin embargo con respecto a la Organización Mundial de la

Salud que indica como valor mínimo de calidad 0.3% de contenido de fósforo, todos los tratamientos incluido el testigo (T0) se encuentran por encima del límite mínimo establecido en esta norma.

4.1.3.4. Potasio (%)

Según el análisis de varianza del contenido de potasio (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre todos los tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 26

Comparación del contenido de potasio promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*			
T3	3	1.58	A			
T2	3	1.08		B		
T1	3	0.68			C	
T0	3	0.19				D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 26, muestra el contenido promedio de potasio del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose

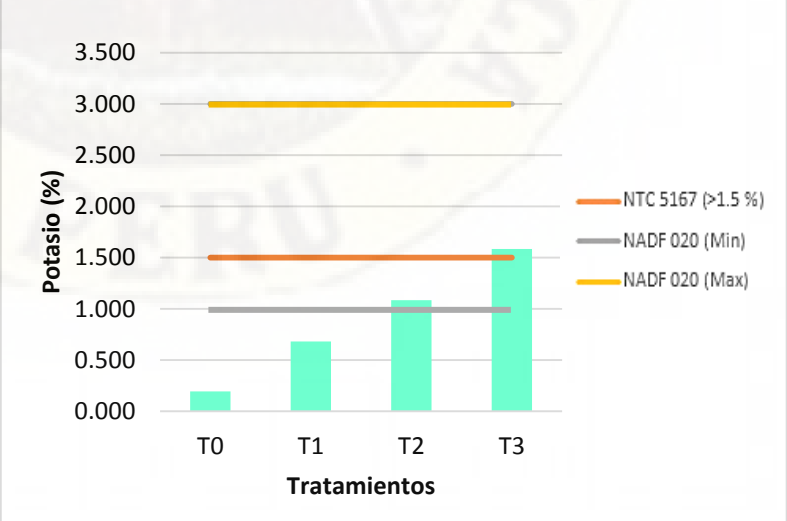
por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede notar que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de potasio de 0.19% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 1.58% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener un mayor contenido de potasio, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.68% y 1.08% respectivamente, presentaron un mayor contenido de potasio en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 16

Contenido de potasio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NTC 5167 = Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004; NADF 020 = Norma Mexicana 020 - 2011.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16, se ve que solo el registro del tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es mayor a 1.5% de contenido de potasio, que es el valor mínimo de calidad establecido por la Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004, a diferencia de los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas), los cuales tienen registros inferiores al valor mínimo de calidad. Sin embargo en el caso de la Norma Mexicana 020 - 2011 que indica límites de calidad entre el rango de 1% a 3% de contenido de potasio, los tratamientos T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) se encuentran por encima del límite mínimo establecido en esta norma, a diferencia de los tratamientos T0 (testigo) y T1 (hongos humícolas) que tuvieron registros inferiores al valor mínimo de calidad.

4.1.3.5. Calcio (%)

Según el análisis de varianza del contenido de calcio (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 27

Comparación del contenido de calcio promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*
T3	3	18.39	A

T2	3	16.71		B	
T1	3	15.27			C
T0	3	13.94			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

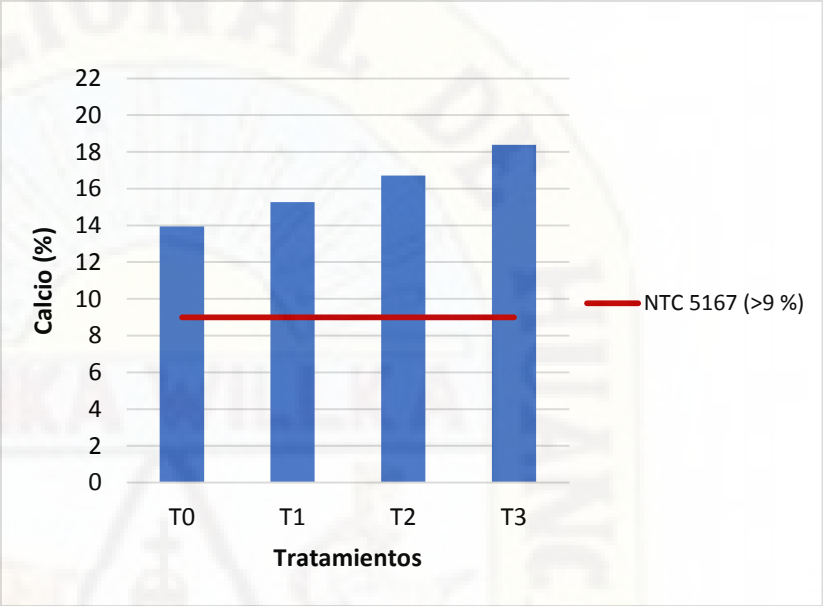
La Tabla 27, muestra el contenido promedio de calcio del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede notar que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de calcio de 13.94% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 18.39% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener un mayor contenido de calcio, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 15.27% y 16.71% respectivamente, presentaron un mayor contenido de calcio en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 17

Contenido de calcio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NTC 5167 = Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17, se muestra los registros del contenido de calcio (%) por tratamiento, los cuales fueron contrastados con la Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004 que establece como valor mínimo de calidad mayor a 9% de contenido de calcio, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por encima del límite mínimo indicado por dicha norma.

4.1.3.6. Magnesio (%)

Según el análisis de varianza del contenido de magnesio (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de

Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 28

Comparación del contenido de magnesio promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T3	3	1.21	A		
T1	3	0.89		B	
T2	3	0.78		B	
T0	3	0.35			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

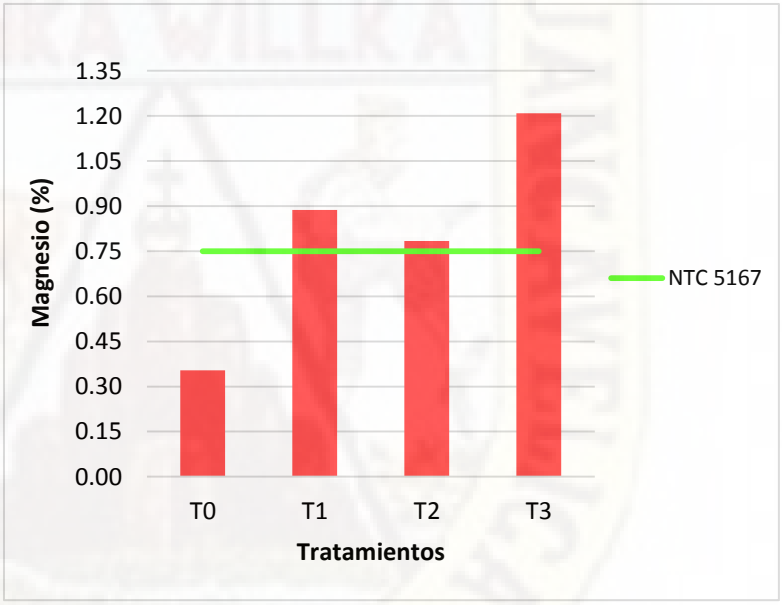
La Tabla 28, muestra el contenido promedio de magnesio del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

El tratamiento T0 (testigo) con un contenido de magnesio de 0.35% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 1.21% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener un mayor contenido de magnesio, superando estadísticamente al resto de tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.89% y 0.78% respectivamente, presentaron un mayor contenido de magnesio en comparación al tratamiento T0 (testigo), además cabe resaltar que ambos tratamientos son estadísticamente iguales.

Figura 18

Contenido de magnesio promedio (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NTC 5167 = Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18, se ve que solo el registro del tratamiento T0 (testigo) es menor a 0.75% de contenido de magnesio, que es el valor mínimo de calidad indicado por la Norma Técnica Colombiana 5167 - 2004, a diferencia de los tratamientos T1 (hongos humícolas), T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) los cuales

tienen registros superiores al límite mínimo de calidad indicado en dicha norma.

4.1.3.7. Hierro (ppm)

Según el análisis de varianza del contenido de hierro (ppm) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 29

Comparación del contenido de hierro promedio (ppm) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T3	3	41.83	A		
T1	3	35.83		B	
T2	3	25.33			C
T0	3	23.17			C

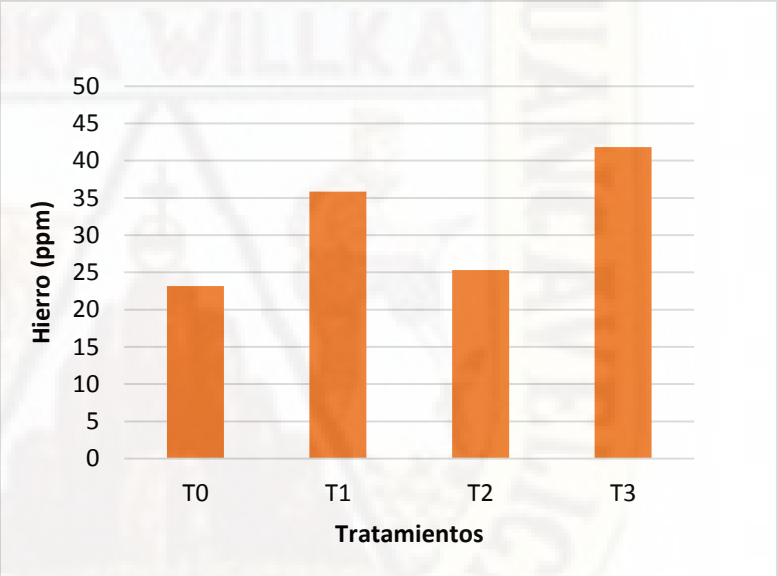
Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 29, muestra el contenido promedio de hierro del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

Los datos mínimos se obtuvieron en el tratamiento T0 siendo el promedio de 23.17 ppm de hierro este sin adición de los hongos humícolas, mientras en el tratamiento T3 se obtuvo un promedio de 41.83 ppm de hierro al cual se adicionó los hongos saprofitos. En cuanto a los tratamientos T1 y T2 se obtuvieron promedios de 35.83 ppm y 25.33 ppm respectivamente.

Figura 19

Contenido de hierro promedio (ppm) por tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19, se muestra los registros del contenido de hierro (ppm) por tratamiento, los cuales se encontraron en concentraciones mínimas.

4.1.3.8. Manganeso (ppm)

Según el análisis de varianza del contenido de manganeso (ppm) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre

tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 30

Comparación del contenido de manganeso promedio (ppm) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.80	A		
T2	3	0.35		B	
T1	3	0.24			C
T3	3	0.19			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 30, muestra el contenido promedio de manganeso del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

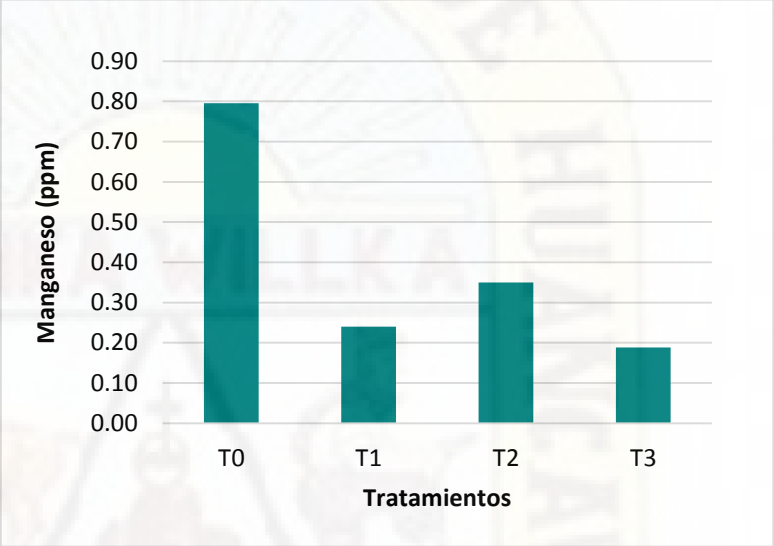
De los resultados registrados del contenido de manganeso evaluado en el compost final nos indicó que hubo diferencias en cada tratamiento, estos alcanzaron valores entre 0.19 ppm y 0.80 ppm.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.24 ppm y

0.35 ppm respectivamente, presentaron valores diferentes en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 20

Contenido de manganeso promedio (ppm) por tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20, se muestra los registros del contenido de manganeso (ppm) por tratamiento, los cuales fueron concentraciones no significativas.

4.1.3.9. Materia orgánica (%)

Según el análisis de varianza del contenido de materia orgánica (%) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 31

Comparación del contenido de materia orgánica promedio (%) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T3	3	28.23	A		
T1	3	27.11	A	B	
T2	3	26.13		B	
T0	3	23.95			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 31, muestra el contenido promedio de materia orgánica (%) del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

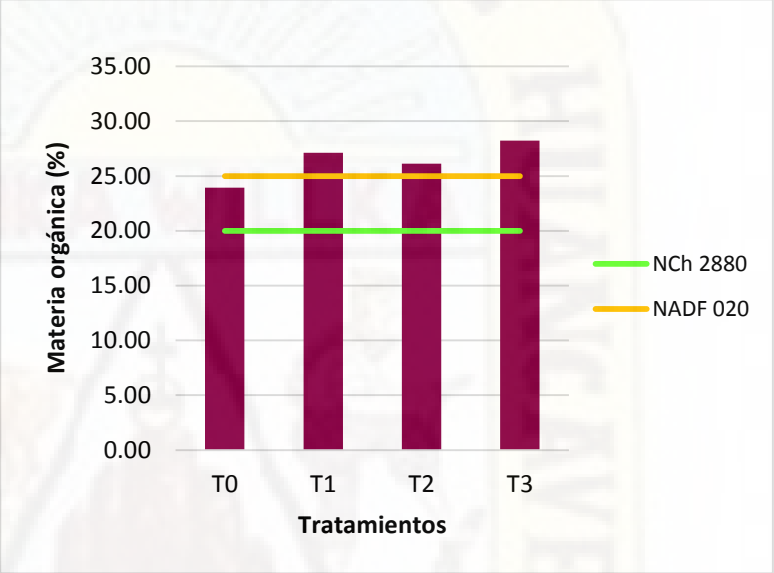
De los resultados se observar que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de materia orgánica de 23.95% es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 28.23% que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener un mayor contenido de materia orgánica, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 27.11% y 26.13% respectivamente, presentaron un mayor contenido

de materia orgánica en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente iguales.

Figura 21

Contenido de materia orgánica (%) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 21, se muestra los registros del contenido de materia orgánica (%), los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites > 20% de contenido de materia orgánica, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece límites > 25%, como se resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por encima del límite mínimo indicado por dichas normas.

4.1.3.10. pH

Según el análisis de varianza de los niveles de pH evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 32

Comparación del pH por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T3	3	8.53	A		
T2	3	8.46		B	
T1	3	8.34			C
T0	3	7.67			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 32, muestra los niveles de pH del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

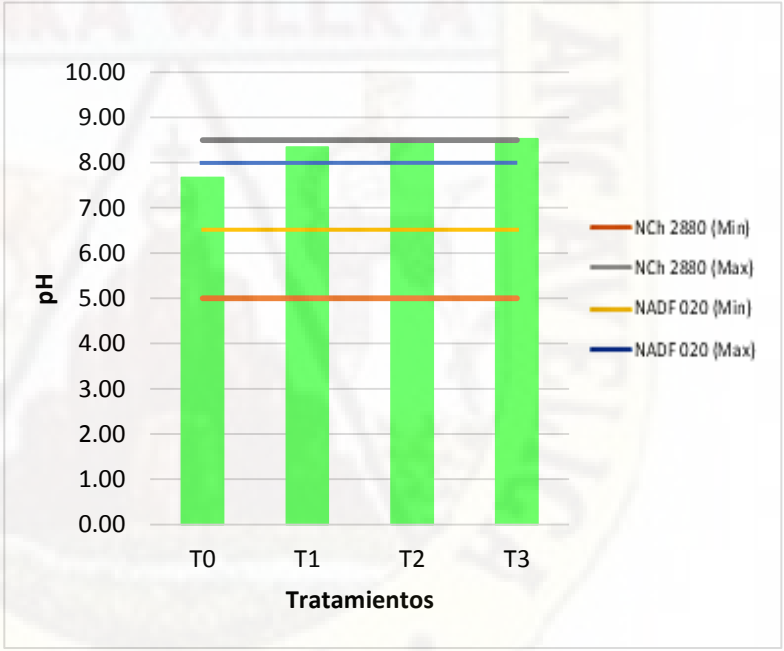
De los resultados se puede ver que el tratamiento T0 (testigo) con un pH de 7.67 es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con un pH de 8.53 que tiene el registro más alto, este último

es el más óptimo para obtener un nivel de pH mayor, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 8.34 y 8.46 respectivamente, presentaron mayor nivel de pH en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 22

pH por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22, se observa los registros de nivel de pH por tratamiento, los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites entre 5 - 8.5 de pH, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece límites entre 6.5 - 8 de pH, como resultado

se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por encima del límite mínimo indicado por dichas normas.

4.1.3.11. Conductividad eléctrica (dS/m)

Según el análisis de varianza de la conductividad eléctrica (dS/m) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 33

Comparación de la conductividad eléctrica (dS/m) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*			
T3	3	4.52	A			
T1	3	4.23		B		
T2	3	3.99			C	
T0	3	2.74				D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 33, detalla los resultados de la conductividad eléctrica del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los

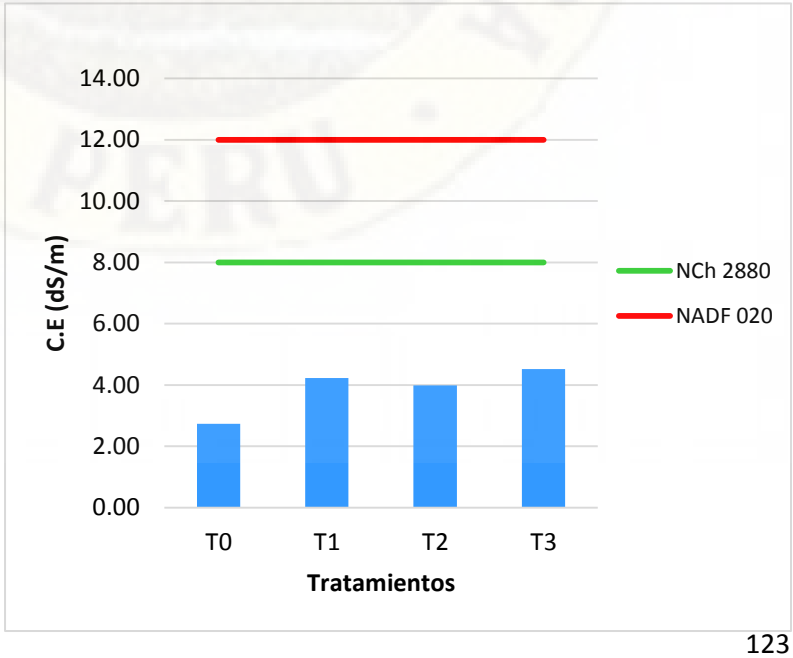
tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede observar que el tratamiento T0 (testigo) con una conductividad eléctrica de 2.74 dS/m es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 4.52 dS/m que tiene el registro más alto, este último es el más óptimo para obtener una mayor conductividad eléctrica, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 4.23 dS/m y 3.99 dS/m respectivamente, presentaron un mayor conductividad eléctrica en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 23

Conductividad eléctrica (dS/m) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 – 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 23, se muestra los registros de la conductividad eléctrica (dS/m) por tratamiento, los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites ≤ 8 dS/m, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece sus límites < 12 dS/m de conductividad eléctrica, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por debajo del límite indicado por dichas normas.

4.1.3.12. Cobre (ppm)

Según el análisis de varianza del contenido de cobre (ppm) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 34

Comparación del contenido de cobre promedio (ppm) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.22	A		
T1	3	0.19	A	B	
T2	3	0.17		B	
T3	3	0.10			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y

hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

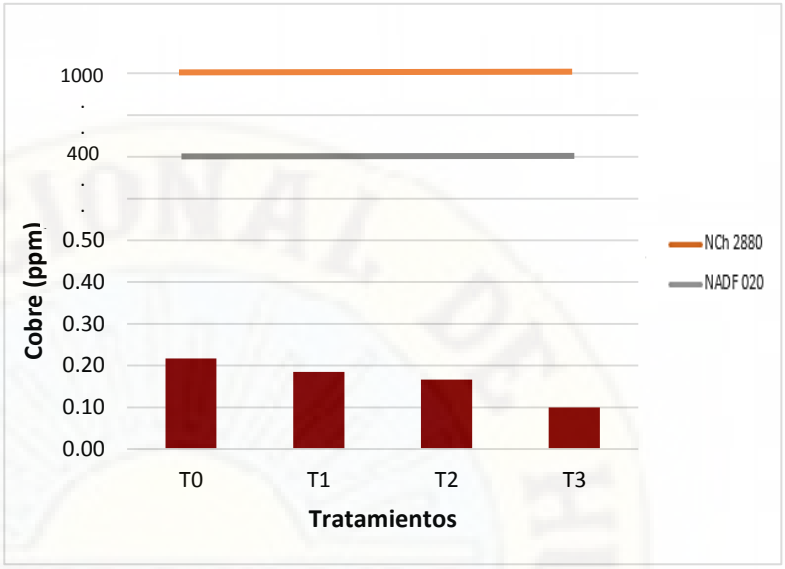
La Tabla 34, muestra el contenido promedio de cobre del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede ver que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de cobre de 0.22 ppm es el registro más alto, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 0.10 ppm que tiene el registro más bajo, este último es el que presenta menor concentración de cobre.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 0.19 ppm y 0.17 ppm respectivamente, presentaron un menor contenido de cobre en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente iguales.

Figura 24

Contenido de cobre promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 - 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 24, se muestra los registros del contenido de cobre (ppm), los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites < a 1000 ppm de cobre, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece límites entre 400 - 500 ppm de cobre, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por debajo del límite mínimo indicado por dichas normas.

4.1.3.13. Plomo (ppm)

Según el análisis de varianza del contenido de plomo (ppm) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 35

Comparación del contenido de plomo promedio (ppm) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*			
T3	3	1.63	A			
T2	3	1.57		B		
T1	3	1.50			C	
T0	3	1.30				D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

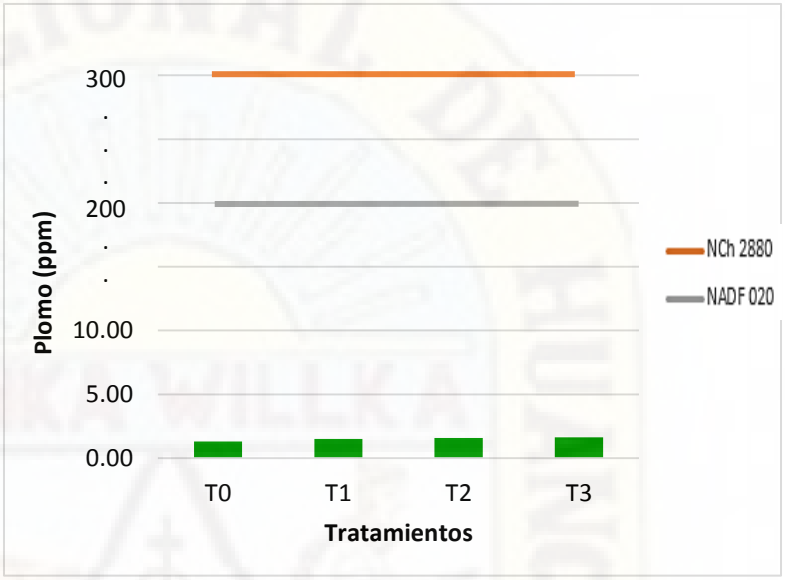
La Tabla 35, muestra el contenido promedio de plomo del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

De los resultados se puede ver que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de plomo de 1.30 ppm es el registro más bajo, contrario al tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) con 1.63 ppm que tiene el registro más alto.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T2 (hongos lignícolas) con registros promedios de 1.50 ppm y 1.57 ppm respectivamente, presentaron un mayor contenido de plomo en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 25

Contenido de plomo promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad



Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 - 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 25, se muestra los registros del contenido de plomo (ppm) por tratamientos, los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece el límite < a 300 ppm de plomo, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece el límite < a 200 ppm de plomo, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) están por debajo del límite indicado por dichas normas.

4.1.3.14. Zinc (ppm)

Según el análisis de varianza del contenido de zinc (ppm) evaluado en el compost final, se ha encontrado que hay diferencias significativas entre tratamientos. La prueba

de comparaciones múltiples de Tukey entre tratamientos con un 5% de significancia, se muestra a continuación:

Tabla 36

Comparación del contenido de zinc promedio (ppm) por tratamiento del compost final

Tratamiento	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.73	A		
T3	3	0.14		B	
T1	3	0.09			C
T2	3	0.05			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 36, muestra el contenido promedio de zinc del compost final, donde se evidencia la diferencia significativa entre todos los tratamientos, demostrándose por lo tanto la influencia de los hongos saprofitos en este parámetro.

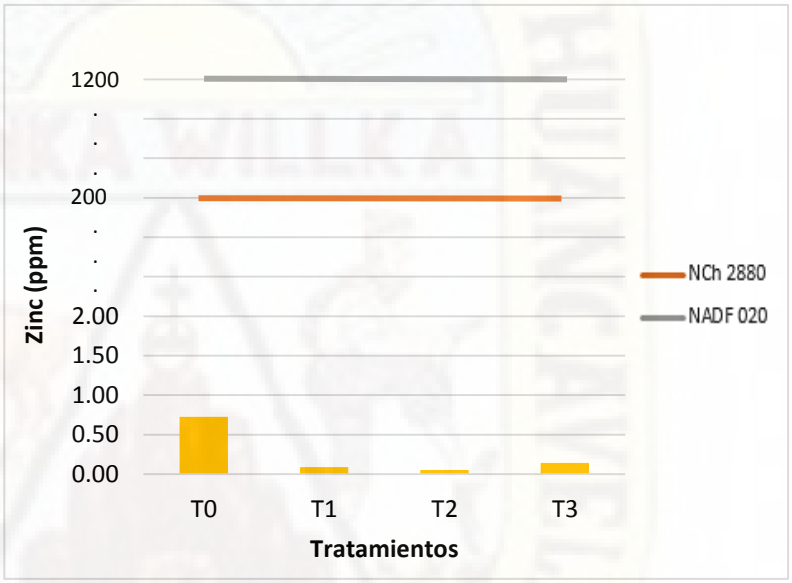
De los resultados se puede ver que el tratamiento T0 (testigo) con un contenido de zinc de 0.73 ppm es el registro más alto, contrario al tratamiento T2 (hongos lignícolas) con un contenido de zinc de 0.05 ppm que tiene el registro más bajo.

Los tratamientos T1 (hongos humícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas) con valores promedios de

0.09 ppm y 0.14 ppm respectivamente, presentaron un menor contenido de zinc en comparación al tratamiento T0 (testigo), además ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

Figura 26

Contenido de zinc promedio (ppm) por tratamiento vs Parámetros de calidad



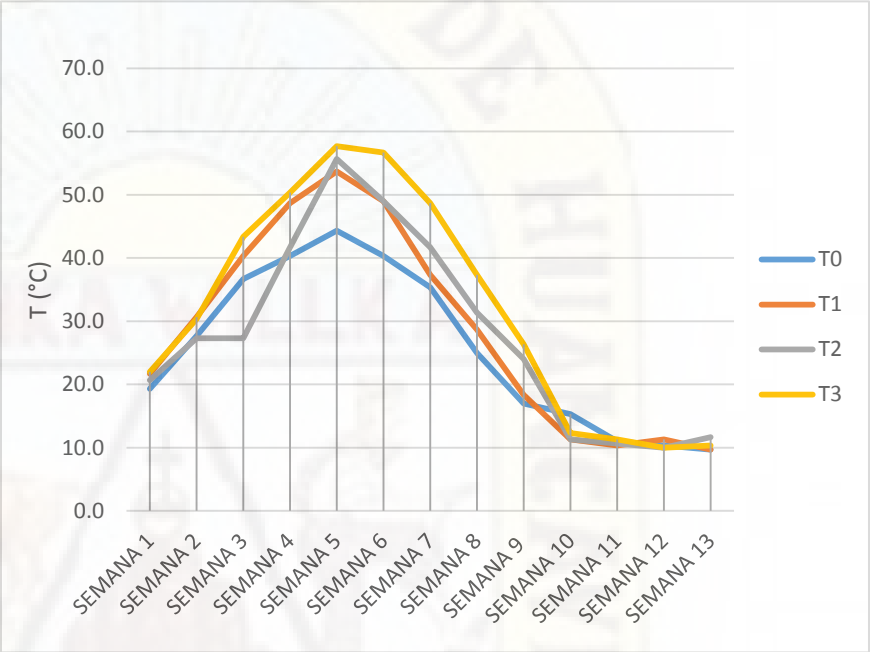
Nota. Donde: NCh 2880 = Norma Chilena 2880 - 2005; NADF 020 = Norma Mexicana 020 - 2011.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26, se muestra los registros del contenido de zinc (ppm) por tratamiento, los cuales fueron contrastados con la Norma Chilena 2880 - 2005 quien establece los límites < a 200 ppm, mientras la Norma Mexicana 020 - 2011 establece límites 1200 - 1800 ppm, como resultado se vio que todos los tratamientos incluyendo el testigo (T0) se encuentran por debajo del límite indicado por dichas normas.

4.1.3.15. *Variación de la temperatura*

Figura 27

Análisis de la variación de la temperatura durante el proceso de compostaje



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 27, se muestra la variación de la temperatura en durante el compostaje siendo el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) quien alcanzo los valores más altos con promedios de temperaturas de 22, 30.3, 43.3, 50.3 y 57.7ºC.

La **fase mesolítica** se inició entre las semanas 1 y 2 alcanzando temperaturas de 20 a 30°C, el tratamiento T0 obtuvo valores promedios de 23°C tratamiento sin adición de hongos saprofitos, en tanto el tratamiento T1 con adición de hongos humícolas alcanzo promedios de 25°C, el tratamiento T2 registro temperaturas promedio de 24°C, finalmente el tratamiento T3 alcanzo promedios de 26°C.

La **fase termófila** es la segunda etapa donde hay mayor actividad microbiana por lo cual se alcanzaron temperaturas entre 40 y 56°C que comprenden a las semanas 3, 4, 5, 6, 7 y 8, en esta etapa el tratamiento T0 alcanzo un valor promedio de 40°C y los tratamientos T1 y T2 obtuvieron valores promedios de 48 y 46°C respectivamente, mientras el tratamiento T3 logro un promedio de temperatura de 56°C.

Las altas temperaturas logradas en la fase termófila eliminan la presencia de organismos patógenos.

La **fase mesófila** comprende a las semanas 9, 10 y 11, el tratamiento T0 alcanzo un valor promedio de temperatura de 14°C, los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron promedios de 13, 15 y 16°C respectivamente. En esta fase la actividad microbiana se reduce significativamente.

La **fase de maduración** comprende a la última fase del proceso de compostaje, los tratamientos registraron valores de 9 a 11°C, son temperaturas ambiente, en esta etapa no hay presencia de la actividad microbiana.

4.2. Discusión de resultados

En esta parte del informe se realizó la discusión de los resultados registrados, de esta manera buscando validar los resultados de la investigación realizada mediante el contraste con resultados de estudios de similar desarrollo.

Con respecto al objetivo general el cual fue: Evaluar la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de

Huancavelica; las investigaciones realizadas por Hurtado (2014), Yánez (2014), Tingos (2013), Loayza (2020) y Vargas (2017) indican que la adición de microorganismos eficientes en la producción de compost mejora la calidad y disminuye notablemente el tiempo de producción, esto se debe a la actividad metabólica que estos realizan, asimismo los resultados obtenidos en dichas investigaciones se encuentran dentro de los límites establecidos por las normas de calidad de compost.

Con respecto al objetivo específico 01 que fue: Determinar el tiempo de producción de compost con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica, en la investigación se registró una media de 82 días en el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), siendo la media más baja en comparación a los demás tratamientos, este resultado se puede atribuir a la aplicación de los hongos saprofitos (humícolas y lignícolas) los cuales causaron la aceleración del proceso de compostaje. En relación a esto Soriano (2016) indica que, un óptimo proceso de compostaje está relacionado a la variación de la temperatura y la generación de calor, las cuales vienen dadas por la actividad metabólica de los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica.

Pocos son los antecedentes que se encuentran sobre el uso de hongos en la elaboración de compost. Al respecto Garcìa (2018), en su estudio concluye que la aplicación de microorganismos eficientes, disminuye el tiempo de compostaje, en comparación del método convencional, esto concuerda con los resultados registrados en el presente estudio ya que el menor tiempo de compostaje se presentó en el tratamiento T3, en el cual se hizo uso de los hongos saprofitos humícolas y lignícolas.

En el tratamiento T0 se registró una media de 96 días, este sin adición de hongos saprofitos (humícolas y lignícolas) siendo la media más alta en comparación a los demás tratamientos, este resultado se atribuye a que a

dicho tratamiento no se le adiciono hongos saprofitos, lo cual causo que el proceso de degradación de los residuos orgánicos sea lento.

Con respecto al objetivo específico 02 que fue: Comparar la calidad del compost producido con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica, en la investigación se realizó el análisis de las características físicas y químicas establecidas en las normativas las cuales fueron:

a. Calidad del compost según sus características físicas

El **tamaño de partículas** del compost en estudio fue ≤ 16 mm, cumpliendo con el límite máximo indicado por la Norma Chilena 2880 – 2005, se deduce que esto se debió al proceso de cribado que se realizó para la obtención del compost y también al tamaño inicial de los materiales a compostar que estuvieron en el rango de 5 a 20 cm mencionado por Román et al. (2013), como el tamaño ideal de los materiales para comenzar el proceso de compostaje.

Sobre el tamaño de partículas del compost Ansorena (1994) citado por Vargas (2017) menciona que cuando las partículas del compost son relativamente finas favorecen la capacidad de retención de agua, mientras que cuando las partículas son gruesas mejora el suministro de oxígeno a las raíces pero disminuye la capacidad de retención de agua. Es así que todos los tratamientos presentaron una porosidad adecuada no muy fina ni muy gruesa.

El contenido de **materias inertes** del compost, fue inferior a los valores máximos indicados por la Norma Chilena 2880 – 2005. En cuanto al tipo de materia inerte que se presentó en mayor cantidad fueron los terrones y piedras (Tabla 20), seguido por el contenido de vidrios y metales (Tabla 21) y finalmente el contenido de plásticos (Tabla 19).

Con respecto a la presencia de materias inertes en el compost Vargas (2017), señala que se debe a la ausencia de una segregación adecuada de los residuos sólidos, esto con respecto a la presencia de vidrios y plásticos.

Los resultados evidencian que el mayor porcentaje de materiales inertes del compost estuvo conformado por partículas de terrones y piedras. Al respecto Madrid et al. (2001) citado por Vargas (2017), en su investigación reportó un contenido medio de impurezas de 3.2% tamizado por un tamiz de 10 mm de luz, donde está fracción estuvo constituida fundamentalmente por partículas de vidrio, resultado que difiere con lo obtenido en el presente estudio.

El **contenido de humedad** del compost fue de 30.38% para el tratamiento T0 (testigo), 35.46% para el tratamiento T1 (hongos humícolas), 34.45% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 36.73% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), todos estos resultados están dentro de los rangos indicados tanto por la Norma Chilena 2880 – 2005 como por la Norma Mexicana 020 – 2011.

Con respecto a los valores obtenidos de humedad estos corroboran lo mencionado por Román et al. (2013), respecto a que la humedad del compost es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos. En ese sentido, el valor obtenido en el tratamiento T0 (testigo) puede explicarse ya que no se le aplico ninguno de los dos tipos de hongos saprofitos (humícolas y lignícolas), es por esto que presenta el menor registro de humedad. Asimismo, el contenido de humedad de los tratamientos T1 (hongos humícolas), T2 (hongos lignícolas) y T3 (hongos humícolas y lignícolas), estuvieron influenciados por la acción de los hongos saprofitos.

Según Román et al. (2013) la humedad del compost es variable, dependiendo de varios factores como el estado físico y tamaño de las partículas. Es así que en algunas investigaciones los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Aguilar (2018), que dio a conocer valores de humedad entre 31.49% y 28.83% del compost final, con y sin la aplicación de activadores biológicos respectivamente. En otros casos difieren a los resultados obtenidos en el estudio como es el caso de Sanchez (2015) que registro niveles de humedad bajos de 12.20% y 5.05% en el compost final con la adición de microorganismos eficientes y sin la adición de estos respectivamente. Los niveles de humedad que se obtuvieron en la investigación y que fueron superiores en relación al rango previsto por la norma chilena y la norma mexicana, se corroboran con los resultados determinados por Rojas (2015), que fue 38.77% en el compost final, este resultado se debe al hecho que se realizó riegos en el proceso de producción de compost.

b. Calidad del compost según sus características químicas

El **contenido de nitrógeno** del compost final fue variable entre tratamientos, teniendo un registro de 0.71% para el tratamiento T0 (testigo), 0.94% para el tratamiento T1 (hongos humícolas), 0.82% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 1.16% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), todos los resultados están por encima del valor mínimo de calidad establecido por la Norma Chilena 2880 – 2005. Sin embargo con respecto a la Norma Mexicana 020 – 2011, solo el registro del tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es mayor al valor mínimo de calidad establecido por esta norma.

Con respecto a nitrógeno Román et al. (2013), menciona que es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. En ese sentido, el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es el más óptimo con

respecto al aporte de nitrógeno que puede brindar, ya que presenta el mayor registro de nitrógeno en comparación con el resto de tratamientos.

En cuanto al contenido de nitrógeno del compost final, en algunas investigaciones los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Loayza (2020), que dio a conocer valores de contenido de nitrógeno entre 0.71% y 1.20%, con el uso de microorganismos eficientes y vísceras de pescado respectivamente. No obstante hay casos que difieren de los resultados hallados en el estudio como es el caso de Sánchez (2015) que registro niveles alto de nitrógeno de 2.35% y 1.41%, con y sin la adición de microorganismos eficientes. Los niveles de nitrógeno obtenidos en el tratamiento T0 sin la adición de hongos saprofitos dieron como resultado 0.71% de nitrógeno, estos registros son similares a los obtenidos en la investigación realizada por Girbés (2015), quien obtuvo un registro de 0.69%, dicho resultado puede deberse a la composición del material compostado y a la adición de microorganismos, por otro lado posiblemente también ha influido la lixiviación en la pila de compost.

En la Tabla 24, se muestra la **relación C/N** del compost final; García (2018) en su estudio realizado menciona que los valores de relación C/N pueden variar en función la materia prima, las condiciones climáticas, proceso de compostaje y aplicación de microorganismos eficientes. En el estudio realizado por Vargas (2017), los datos obtenidos en su investigación concuerdan con los valores obtenidos en el estudio, siendo los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes los más óptimos debido a que estos obtuvieron mayor contenido de relación C/N.

En otros casos son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Soriano (2016) y Aguilar (2018), quienes en sus trabajos realizados utilizaron microorganismos eficientes para obtener compost de mejor calidad y en un tiempo reducido, obtuvieron valores

promedios de 11 y 15 en cuanto a relación C/N, por otro lado los resultados obtenidos en el tratamiento T0 fueron de 12.69 este sin la adición de hongos saprofitos, resultados que se encuentran muy cercanos a los obtenidos en la investigación realizada por Escobar (2014), quien registro un valor de 13 utilizando microorganismos transformadores de materia orgánica.

El **contenido de fósforo** del compost final fue variable entre tratamientos, teniendo un registro de 0.32% para el tratamiento T0 (testigo), 0.63% para el tratamiento T1 (hongos humícolas), 0.61% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 0.64% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), todos los resultados están por encima del valor mínimo de calidad establecido por la Norma Técnica Colombiana 5167 – 2004, a excepción del tratamiento T0 (testigo).

Según Román et al. (2013) el porcentaje de nutrientes del compost es muy variable, ya que esta en función de los materiales de origen. Es así que en algunas investigaciones los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Cajahuanca (2016), que dio a conocer valores de contenido de fósforo entre 1.36% y 0.35% del compost final, con y sin el uso de microorganismos eficientes respectivamente. No obstante hay casos que difieren de los resultados registrados en la investigación como es el caso de García (2018) que registro niveles de fósforo altos de 1.26% y 1.18% en el compost final, con la aplicación de microorganismos eficientes y sin la adición de estos respectivamente.

Los niveles de fósforo en el tratamiento T0 son de 0.36% estos sin la adición de los hongos saprofitos, resultados similares a los obtenidos en el estudio realizado por Villacrés (2016), quien registro valores de 0.26% y 0.32% sin usar ningún tipo de microorganismos en el proceso de producción de compost, se atribuye estos resultados al bajo contenido de

fósforo de los residuos sólidos orgánicos iniciales del mercado mayorista del Cantón Riobamba.

El **contenido de potasio** del compost final fue variable entre tratamientos, teniendo un registro de 0.19% para el tratamiento T0 (testigo), 0.68% para el tratamiento T1 (hongos humícolas), 1.08% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 1.58% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), únicamente los dos últimos tratamientos están por encima del valor mínimo de calidad establecido por la Norma Mexicana 020 – 2011. Sin embargo en el caso de la Norma Técnica Colombiana 5167 – 2004, solo el registro del tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es mayor al valor mínimo de calidad establecido por esta norma.

Con respecto a potasio Román et al. (2013), menciona que es un macronutriente que juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. En ese sentido, el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) es el más óptimo con respecto al aporte de potasio que puede brindar, ya que presenta el mayor registro de contenido de potasio en comparación con el resto de tratamientos.

En cuanto al potasio del compost final, en algunas investigaciones los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Najar (2014), que dio a conocer valores de contenido de potasio entre 1.14% y 0.94%, con y sin el uso de microorganismos eficientes respectivamente. No obstante hay casos que difieren de los resultados hallados en el estudio como es el caso de Sanchez (2015) que registro niveles bajos de potasio de 0.27% y 0.10%, con y sin la adición de microorganismos eficientes.

El **contenido de calcio** del compost fue de 13.94% para el tratamiento T0 (testigo), 15.27% para el tratamiento T1 (hongos

humícolas), 16.71% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 18.39% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), todos los resultados están por encima del valor mínimo indicado por la Norma Técnica Colombiana 5167 – 2004.

Con respecto a la variabilidad del contenido de calcio en el compost Vargas (2017) menciona que, esto obedece a factores como la composición de los residuos orgánicos, al manejo recibido en el proceso de compostaje y a las condiciones climáticas de cada lugar. Es así que, el valor obtenido en el tratamiento T0 (testigo) puede explicarse ya que su manejo durante el proceso de compostaje fue diferente al resto de tratamiento debido a que no se le adiciono ninguno de los dos tipos de hongos saprofitos (humícolas y lignícolas).

En general, son pocos los antecedentes que reportan contenido de micronutrientes debido a que no son considerados por la mayoría de normas para determinar la calidad del compost, sin embargo en algunas investigaciones los resultados difieren a los registrados en el presente estudio como es el caso de García (2018) que registro niveles de contenido de calcio bajos de 0.67% y 0.75% en el compost final, con la aplicación de microorganismos eficientes y sin la adición de estos respectivamente. En otros casos son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Rafael (2015), que dio a conocer valores de contenido de calcio entre 6.86% y 23.26% del compost final, con y sin la aplicación de microorganismos eficientes.

El **contenido de magnesio** del compost final fue variable entre tratamientos, teniendo un registro de 0.35% para el tratamiento T0 (testigo), 0.89% para el tratamiento T1 (hongos humícolas), 0.78% para el tratamiento T2 (hongos lignícolas) y 1.21% para el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas), todos los resultados están por encima del valor mínimo de calidad establecido por la Norma Técnica Colombiana 5167 – 2004, a excepción del tratamiento T0 (testigo).

Román et al. (2013) indica que el magnesio forma parte de los macronutrientes secundarios del suelo, los cuales son necesarios para el crecimiento de las plantas. Es así que, el tratamiento T3 (hongos humícolas y lignícolas) sería el más óptimo con respecto al contenido de magnesio en comparación con el resto de tratamientos, ya que su aporte de este macronutrientes al suelo seria mayor al de todos los tratamientos.

Con respecto al contenido de magnesio del compost final, en algunas investigaciones los resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio como es el caso de Najar (2014), que dio a conocer valores de contenido de magnesio entre 0.60% y 0.72% del compost final, con y sin el uso de microorganismos eficientes. No obstante hay casos que difieren de los resultados obtenidos en el estudio como es el caso de Ramos (2015) que registro niveles de magnesio altos de 2.17% y 2.53%, con la adición de gallinaza y pulpa de café respectivamente.

Con referencia a la **concentración de hierro** los contenidos que se han obtenido (Tabla 29) son valores mínimos pero necesarios para las plantas; lo contrario sucede en el estudio realizado por Rafael (2015), quien realizo la investigación que tuvo como objetivo determinar el efecto del proceso de producción y el uso del producto "microorganismos eficaces" sobre la calidad de compost a partir de la combinación de tres tipos de residuos sólidos orgánicos teniendo como resultados promedios 103, 98, 34, 74, 77 y 69 ppm, estos valores no coinciden con el estudio ejecutado por Najar (2014), en el cual los registros que obtuvo son más representativos siendo 9542.40 y 10937.20 ppm.

Examinando las diferentes antecedentes las variaciones en los resultados probablemente obedece a factores como la composición de los restos orgánicos que difieren de un lugar a otro, al contenido de hierro presente en los restos orgánicos compostados, al manejo recibido durante el proceso de compostaje y a las condiciones del clima reinante en cada lugar.

Según la Tabla 30 los resultados de la **concentración de manganeso** son concentraciones mínimas obtenidas en el estudio; en el trabajo de investigación realizada por Vazques de Dias (2014), los resultados obtenidos fueron de 130 ppm, 157 ppm y 146 ppm, al igual que Cieza (2017), en su trabajo de investigación denominado "Aplicación de bacterias ácido lácticas para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el centro de compostaje Yencala Boggiano - Lambayeque", quien analizo los niveles de concentración de manganeso este con una variación de 45 ppm - 52 ppm, presentando el valor más alto sin adición de bacterias ácido lácticas.

La investigación permitió demostrar experimentalmente que es posible acelerar el proceso de compostaje utilizando microorganismos eficientes y disminuir el tiempo para obtener un sustrato orgánico de buena calidad.

Con respecto al contenido de **materia orgánica** los resultados obtenidos fueron promedios de 23.95% (tratamiento T0), 27.11% (tratamiento T1), 26.13% (tratamiento T2) y 28.23% (tratamiento T3), siendo superiores al valor mínimo establecido por la norma chilena 2880 - 2005 y norma mexicana 020 – 2011, por tanto clasificándose como compost clase B y clase C respectivamente; en el estudio realizado por Vargas (2017), analizó el contenido de materia del compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental "Santa Cruz", ciudad de Concepción en el cual obtuvo valores de 14.53% y 13.17% inferiores a lo establecido en las en la norma chilena y la norma mexicana, quien explica que esto se debe al bajo contenido de materia orgánica que tenían los materiales de partida, sin embargo en la investigación que realizo Vazques de Dias (2014), en el cual se obtuvieron promedios de 47.3, 52.9, 46.5, 54.0 y 39.0%, valores superiores a lo establecido a la norma chilena y norma mexicana, el cual indica que el compost producido con la adición de

microorganismo ayuda en el contenido de materia orgánica. Los niveles de materia orgánica que se obtuvieron en la investigación en el tratamiento T0 fueron inferiores en relación al rango previsto por la norma chilena y la norma mexicana, y se corroboran con los resultados determinados por Rojas (2015), que fue 40.3% en el compost final, este resultado fue debido posiblemente a que el compost no ha logrado su estabilización completa.

En general de acuerdo a los antecedentes examinados, los valores del contenido de materia orgánica variaran en función a los materiales de partida y la adición de microorganismos, de esta manera dependiendo de la actividad que realicen estos.

Los niveles altos de **pH** obtenidos en el estudio se encuentran muy cercanos a los alcanzados en la investigación realizada por Vásquez (2012), quien presento valores de 8.6, 8.7, 8.5 y 9.6 en el análisis del compost final, se observó que estos niveles de pH que tenía eran cercanos a los de la referencia, sin embargo a diferencia del estudio que realizó Cieza (2017) quien tuvo por objetivo de reducir el tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios aplicando bacterias ácido lácticas mediante el método de compostaje, reporta valores de 6.8 y 6.4 presentado resultados muy bajos quien explica que esto se debido al ácido láctico de los microorganismos en el proceso.

La alcalinidad es un parámetro que no influye significativamente en el desarrollo del proceso de compostaje, pero constituye un aspecto importante para la calidad del compost desde el punto de vista agronómico porque un exceso de salinidad puede tener efectos limitantes sobre el crecimiento vegetal debido a factores osmóticos como al efecto de iones específicos, siendo normal que la alcalinidad se incremente durante el compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica (Naranjo, 2013).

Los resultados obtenidos en la investigación se encuentran dentro de los límites recomendados por la norma chilena y la norma mexicana.

Con respecto a la **conductividad eléctrica** del compost obtenido fue de 2.74 dS/m (tratamiento T0), 4.23 dS/m (tratamiento T1), 3.99 dS/m (tratamiento T2) y 4.52 dS/m (tratamiento T3), siendo inferiores a los valores permisibles fijados por la norma chilena 2880 y norma mexicana 020 para la calidad del compost Clase B; en la investigación realizada por Villacrés (2016), establece que la conductividad eléctrica vario en un rango de 1,95 a 2,22 mS/cm, es preferible que el compost presente valores bajos de conductividad eléctrica puesto que la existencia de sales está asociada con la concentración de elementos como el sodio y potasio así como también compuestos de cloruro, nitrato, sulfato y sales de amonio que en concentraciones elevadas inhiben el crecimiento de las plantas; el estudio realizado por Damián (2018), quien tuvo como objetivo de investigación la determinación de la calidad del compost obtenido a partir de los residuos provenientes del mercado Los Cedros, obtuvo resultados de la conductividad eléctrica para el testigo es de 3.7 dS/m, para el tratamiento con lactobacillus 3.69 dS/m, para el tratamiento con levadura un valor de 3.72 dS/m, siendo este tratamiento similar al testigo, el estudio realizado por Naranjo (2013) titulado Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, obtuvo valores de 4.27 dS/m y 3.98 dS/m, resultados que son similares a los obtenidos en los tratamientos T3 y T2 de la investigación, entonces, como la conductividad eléctrica depende de los aceleradores utilizados en los tratamientos, el valor obtenido puede explicarse ya que los tratamientos que cuentan con microorganismos aceleradores tienen la conductividad eléctrica más alta. Los niveles bajos de la conductividad eléctrica son la consecuencia de la mineralización de los elementos o por los riegos realizados para mantener la humedad del material durante el proceso de compostaje (Aguilar, 2018).

Con respecto al **contenido de cobre** los resultados obtenidos en el análisis del compost final fueron valores promedios de 0.22 ppm (tratamiento T0), 0.19 ppm (tratamiento T1), 0.17 ppm (tratamiento T2) y 0.10 ppm (tratamiento T3), valores mínimos comparados con la investigación realizada por Damián (2018), quien analizo la calidad de compost, obteniendo valores de 64.20 y 61.00 ppm de concentración de cobre, se observó que el nivel de concentración que tenía eran cercanos al trabajo de investigación que realizó Cruz (2013), en el cual el nivel de concentración de cobre es de 58.3 y 48 ppm, por el contrario en el estudio realizado por Vásquez (2012), se obtuvo valores de 0.33 y 0.29 ppm, quien en su investigación explica que la presencia de hierro en el material orgánico que se compostó se debería al uso de pesticidas con contenidos de hierro en la agricultura, que es principal componente de muchos plaguicidas y herbicida.

Tomando como referencia los resultados obtenidos en el estudio según la información de varios autores el contenido de cobre en el compost es variable, siendo así que en algunos no se encuentra similitud a los resultados obtenidos en el estudio, esto en consecuencia al tipo de residuos orgánicos utilizados y microorganismos eficientes utilizados en la producción de compost.

Con referencia a la **concentración de plomo** los contenidos que se han obtenido (Tabla 35) son valores mínimos, lo contrario sucede en el estudio realizado por Soriano (2016), quien llego a detectar concentraciones de 239.89, 274.17, 266.07 y 278.38 ppm, estos valores coinciden con el estudio ejecutado Vargas (2017) quien obtuvo resultados de 285.85, 239.00, 285.85 ppm.

La presencia de metales pesados en el compost fue probablemente debido al contenido de estos elementos químicos en el material orgánico de partida, principalmente provenientes de la actividad agrícola y pecuaria. Al respecto Escobar (2014), indica que la presencia de plomo

en los residuos orgánicos del mercado se debe al riego de los cultivos con aguas residuales, con relación a los resultados obtenidos en el estudio realizado por Damián (2018), quien registro valores de 28.72 ppm y 30 ppm valores que no exceden los límites establecidos por la norma chilena y la norma mexicana, menciona que los metales pesados como el plomo, que disminuyeron para el análisis se debe probablemente al incremento del pH en el compost.

Con respecto a la **concentración de zinc** los contenidos que se han obtenido (Tabla 36) son valores mínimos, lo contrario sucede en la investigación realizado por Girbés (2015), quien registro valores de concentración de zinc 4.53 ppm, asimismo Sánchez (2015), en su estudio denominado "Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa", llego a identificar concentraciones de zinc de 5.53 ppm, 4.18 ppm, 9.27 ppm y 9.26 ppm, en tanto los resultados obtenidos son cantidades muy pequeñas que pueden deberse al incremento del pH, porque según Cieza (2017) el pH está directamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes, así pH básicos mayores a 7.3 disminuyen la disponibilidad de los micronutrientes, al igual que en la investigación realizada por Mancha (2018), el cual tuvo como objetivo principal describir cuál de los compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeña mejor en la evaluación de la calidad con características fisicoquímicas en el distrito de San Jerónimo de Tunan, obtuvo resultados de 15.2 ppm y 24 ppm de contenido de Zn, la presencia de este elemento en la composición del compost en concentraciones bajas es importante.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis

4.3.1. Tiempo de producción (días)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

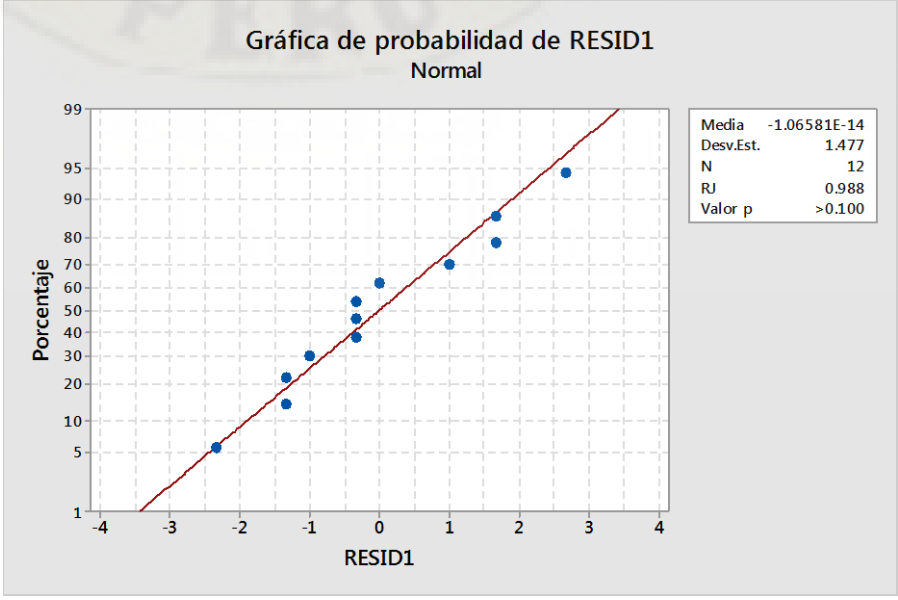
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.988

P - valor

Figura 28

Diagrama de normalidad para tiempo de producción



Fuente: Elaboración propia.

P - valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

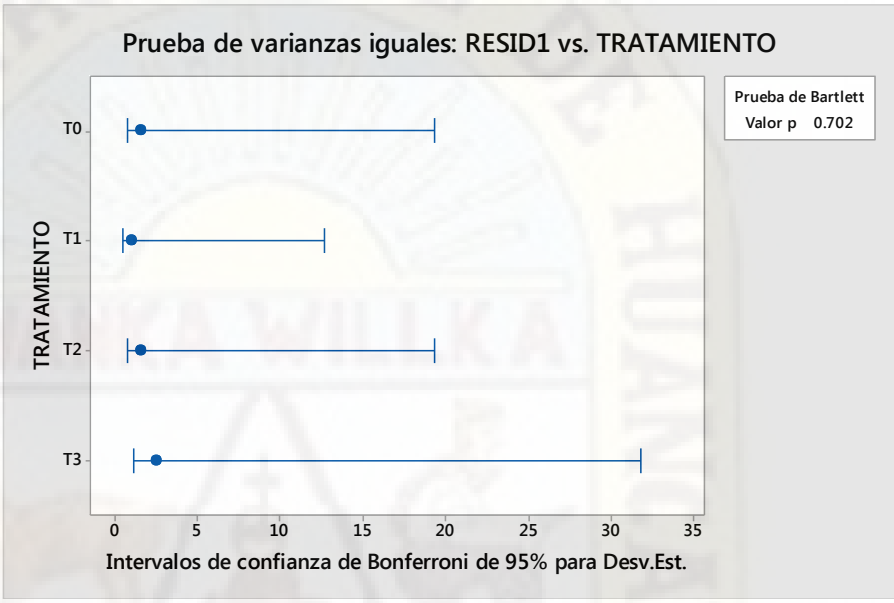
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.41

P – valor

Figura 29

Diagrama de homogeneidad de varianzas para tiempo de producción



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para tiempo de producción

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.41	0.702

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.702

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el tiempo de producción del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el tiempo de producción del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 34.56

P – valor

Tabla 38

Análisis de varianza para tiempo de producción

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	311.00	103.667	34.56	0.002
Error	8	24.00	3.000		
Total	11	335.00			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.002

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al tiempo de producción del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

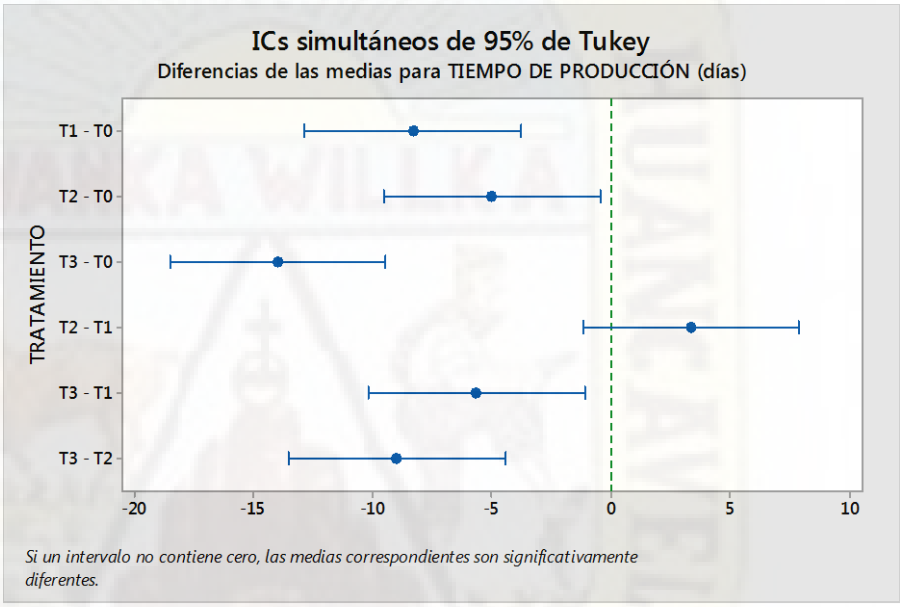
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 30

Diagrama de la prueba de Tukey para tiempo de producción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Prueba de Tukey para tiempo de producción

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T0	3	96.3333	A		
T2	3	91.3333		B	
T1	3	88.0000		B	
T3	3	82.3333			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.

* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0, T1 y T2, además es el mejor tratamiento porque registra el menor promedio de tiempo de producción en comparación a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas).

4.3.2. Humedad (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

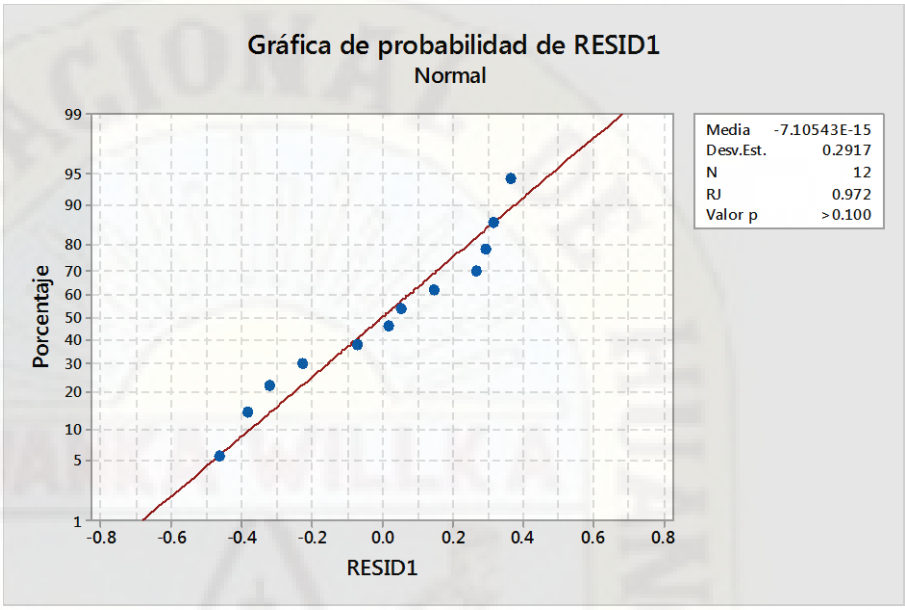
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

$$RJ = 0.972$$

P - valor

Figura 31

Diagrama de normalidad para humedad



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

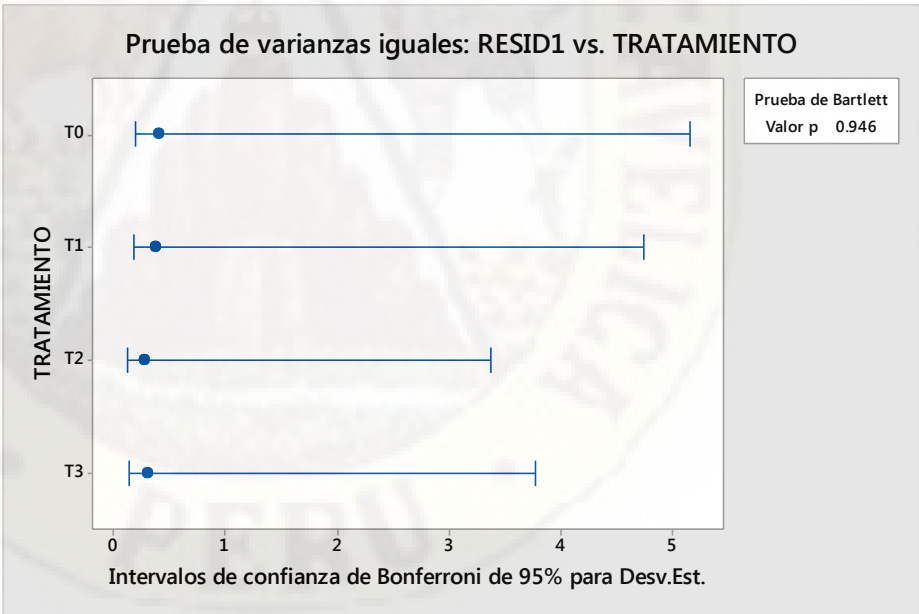
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 0.37

P – valor

Figura 32

Diagrama de homogeneidad de varianzas para humedad



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para humedad

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.37	0.946

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.946

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en la humedad del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en la humedad del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 193.61

P – valor

Tabla 41

Análisis de varianza para humedad

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	67.9561	22.6520	193.61	0.004
Error	8	0.9360	0.1170		
Total	11	68.8921			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.004

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto a la humedad del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

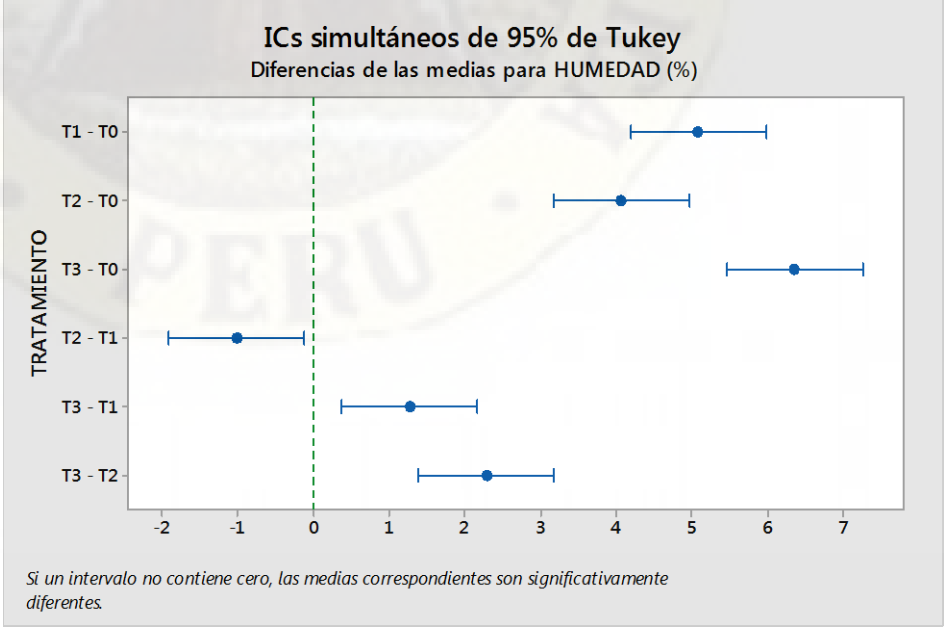
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 33

Diagrama de la prueba de Tukey para humedad



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Prueba de Tukey para humedad

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	36.7304	A		
T1	3	35.4564		B	
T2	3	34.4448			C
T0	3	30.3762			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T1 (hongos saprofitos humícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T2 (hongos saprofitos lignícolas) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el contenido de humedad más adecuado para la manipulación del compost

4.3.3. Materia Orgánica (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

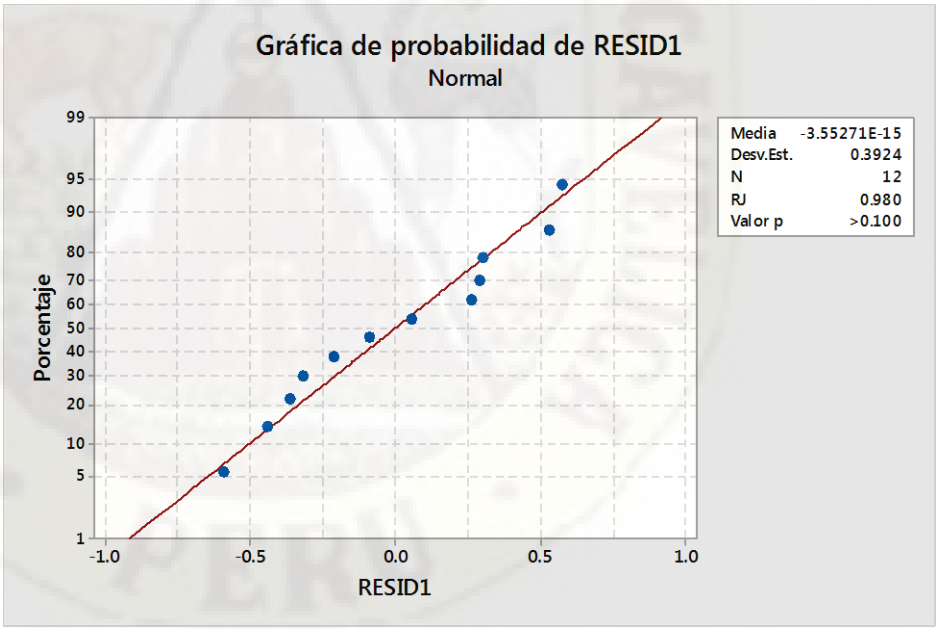
Estadístico de prueba

El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.980

Figura 34

Diagrama de normalidad para materia orgánica



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$
Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

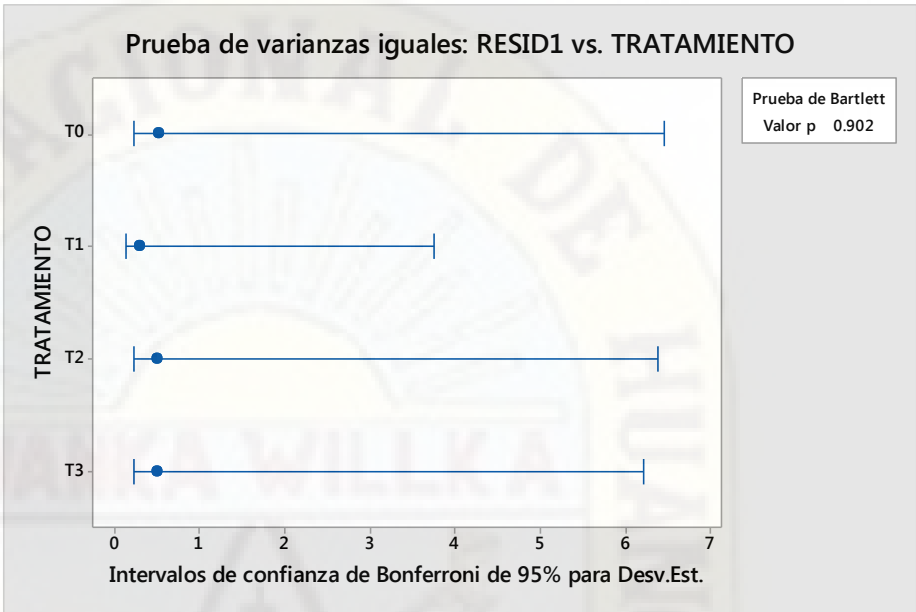
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 0.58

P – valor

Figura 35

Diagrama de homogeneidad de varianzas para materia orgánica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para materia orgánica

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.58	0.902

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.902

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de materia orgánica del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de materia orgánica del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 46.88

P – valor

Tabla 44

Análisis de varianza para materia orgánica

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	29.773	9.9242	46.88	0.002
Error	8	1.694	0.2117		
Total	11	31.466			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.002

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de materia orgánica del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

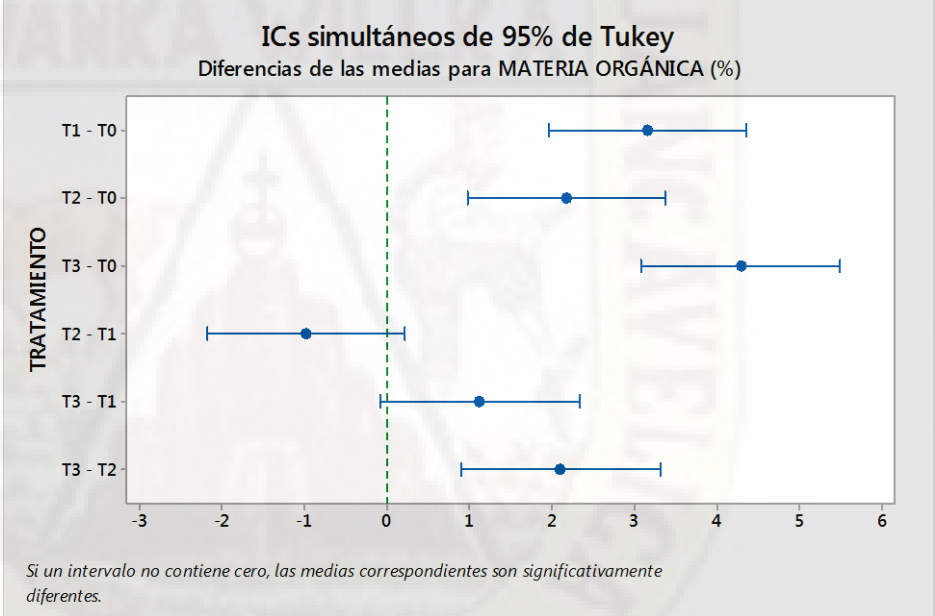
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 36

Diagrama de la prueba de Tukey para materia orgánica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Prueba de Tukey para materia orgánica

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	28.2322	A		
T1	3	27.1052	A	B	
T2	3	26.1268		B	
T0	3	23.9497			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente al tratamiento T0 (testigo), además es el mejor tratamiento porque presenta el mayor porcentaje de materia orgánica.

4.3.4. pH

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95 %.

Estadístico de prueba

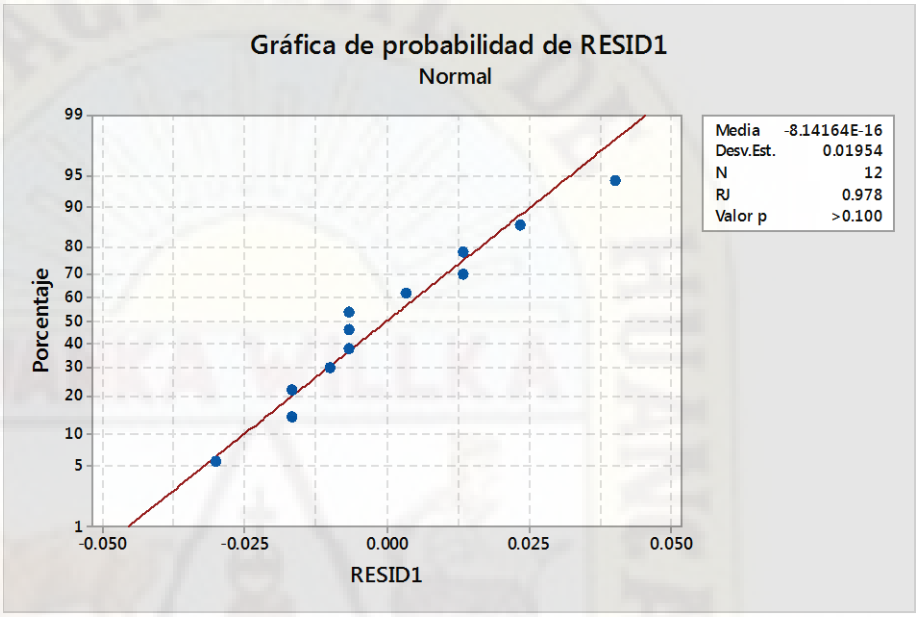
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.978

P - valor

Figura 37

Diagrama de normalidad para pH



Fuente: Elaboración propia.

$$P - valor = > 0.100$$

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

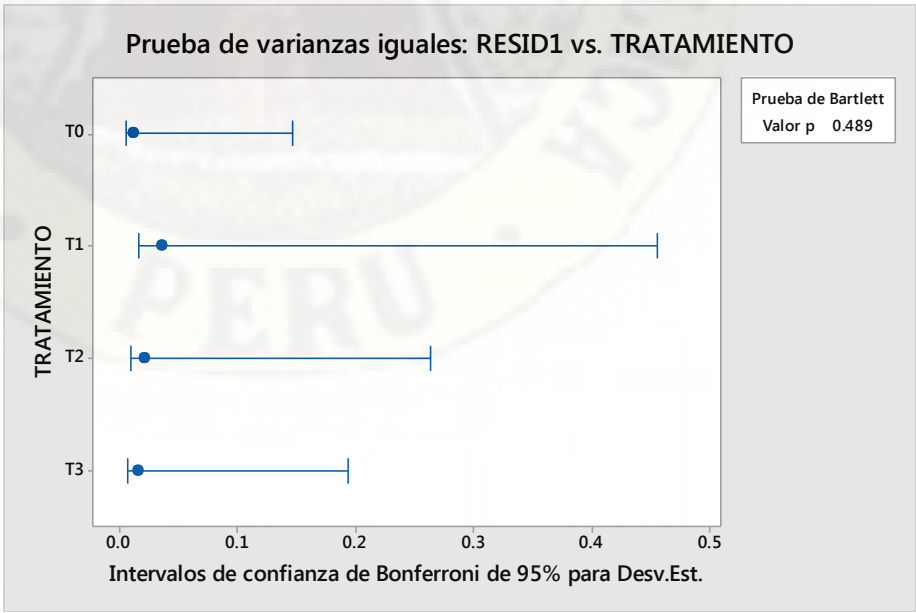
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 2.43

P – valor

Figura 38

Diagrama de homogeneidad de varianzas para pH



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para pH

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	2.43	0.489

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.489

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el pH del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el pH del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 890.68

P – valor

Tabla 47

Análisis de varianza para pH

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	1.40282	0.467608	890.68	0.005
Error	8	0.00420	0.000525		
Total	11	1.40702			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.005

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al pH del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

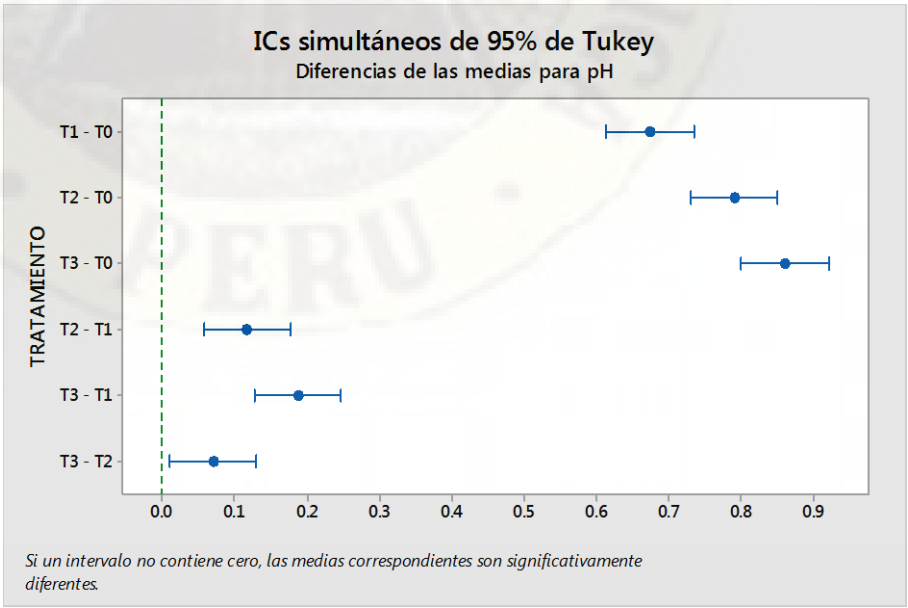
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 39

Diagrama de la prueba de Tukey para pH



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Prueba de Tukey para pH

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	8.52667	A		
T2	3	8.45667		B	
T1	3	8.34000			C
T0	3	7.66667			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T0 (testigo) es significativamente diferente a los tratamientos T1 (hongos saprofitos humícolas), T2 (hongos saprofitos lignícolas) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el pH más adecuado al no ser acido ni básico.

4.3.5. Conductividad eléctrica (dS/m)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95 %.

Estadístico de prueba

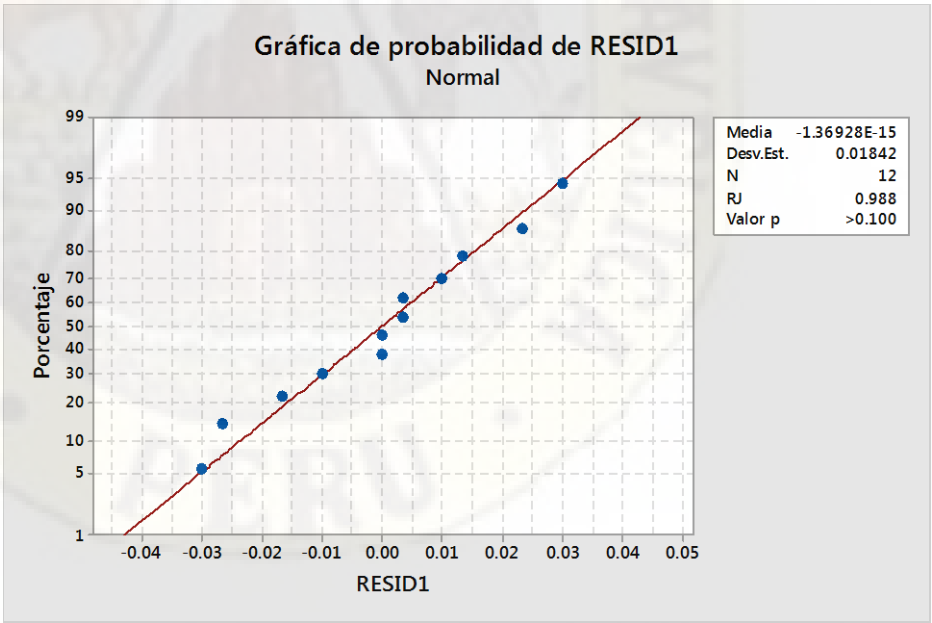
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.988

P – valor

Figura 40

Diagrama de normalidad para conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$
Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

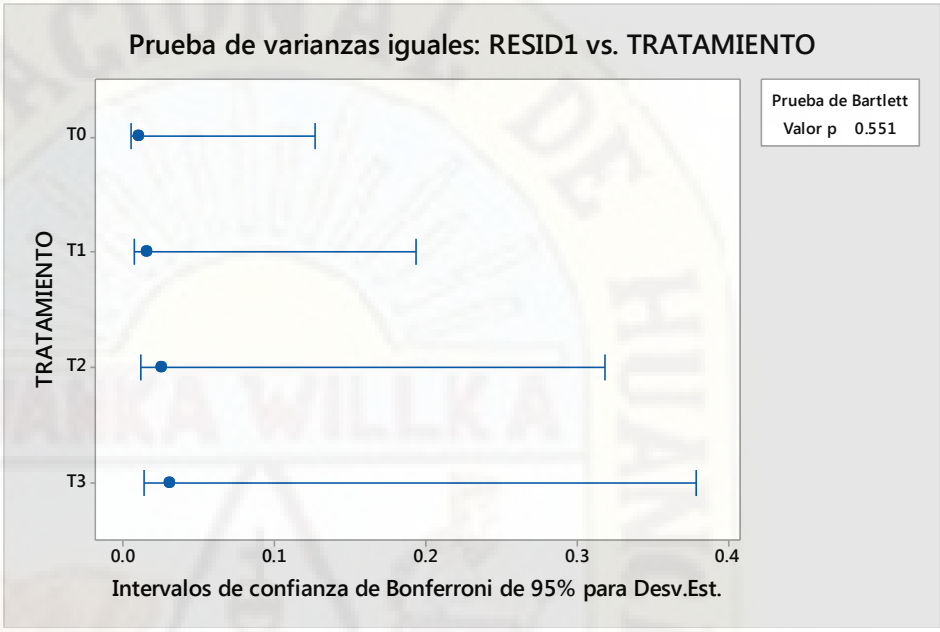
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 2.10

P – valor

Figura 41

Diagrama de homogeneidad de varianzas para conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para conductividad eléctrica

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	2.10	0.551

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.551

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en la conductividad eléctrica del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en la conductividad eléctrica del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 3943.31

P – valor

Tabla 50

Análisis de varianza para conductividad eléctrica

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	5.52063	1.84021	3943.31	0.004
Error	8	0.00373	0.00047		
Total	11	5.52437			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.004

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto a la conductividad eléctrica del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

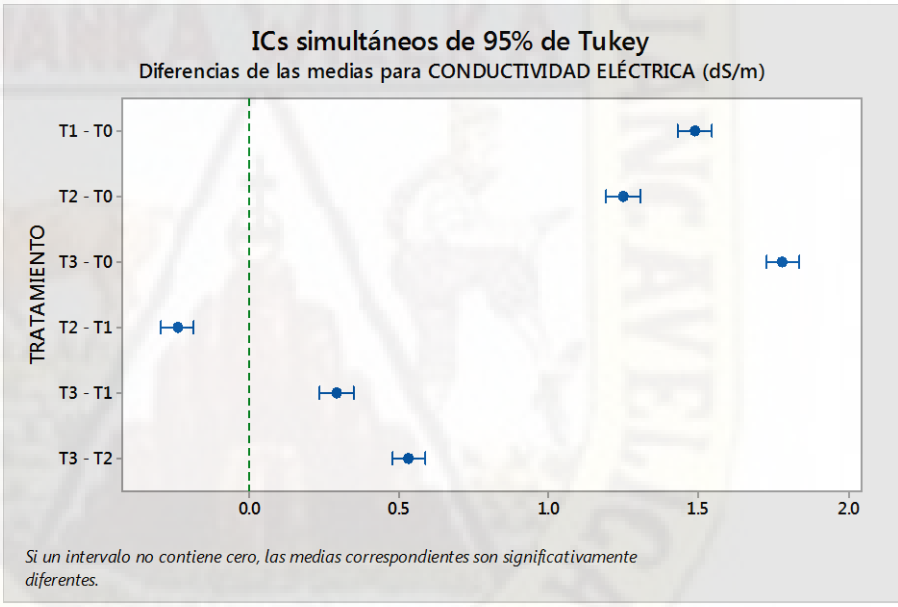
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 42

Diagrama de la prueba de Tukey para conductividad eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

Prueba de Tukey para conductividad eléctrica

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	4.52000	A		
T1	3	4.22667		B	
T2	3	3.98667			C
T0	3	2.74000			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T0 (testigo) es significativamente diferente a los tratamientos T1 (hongos saprofitos humícolas), T2 (hongos saprofitos lignícolas) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta una conductividad eléctrica adecuada que permite el uso del compost sin restricciones.

4.3.6. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

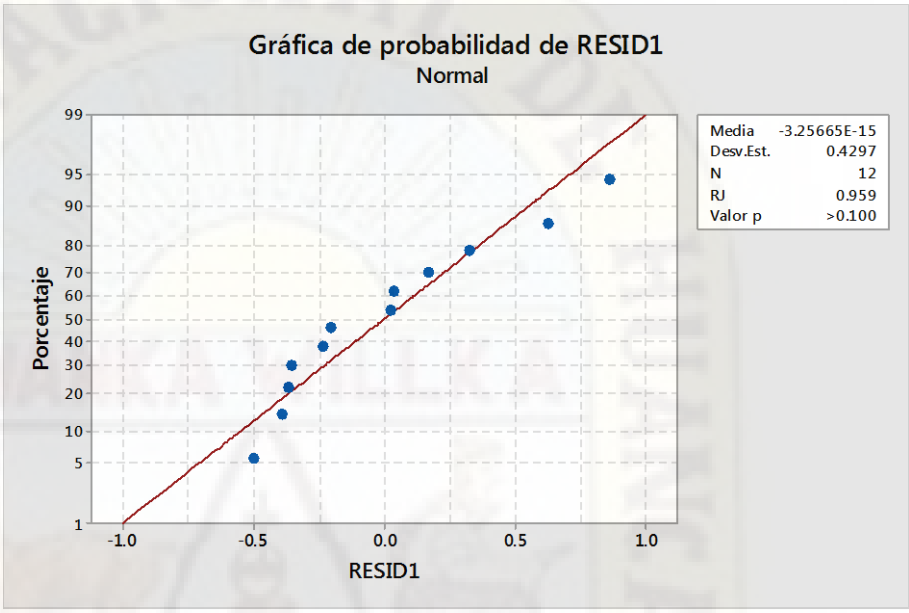
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.959

P – valor

Figura 43

Diagrama de normalidad para relación C/N



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

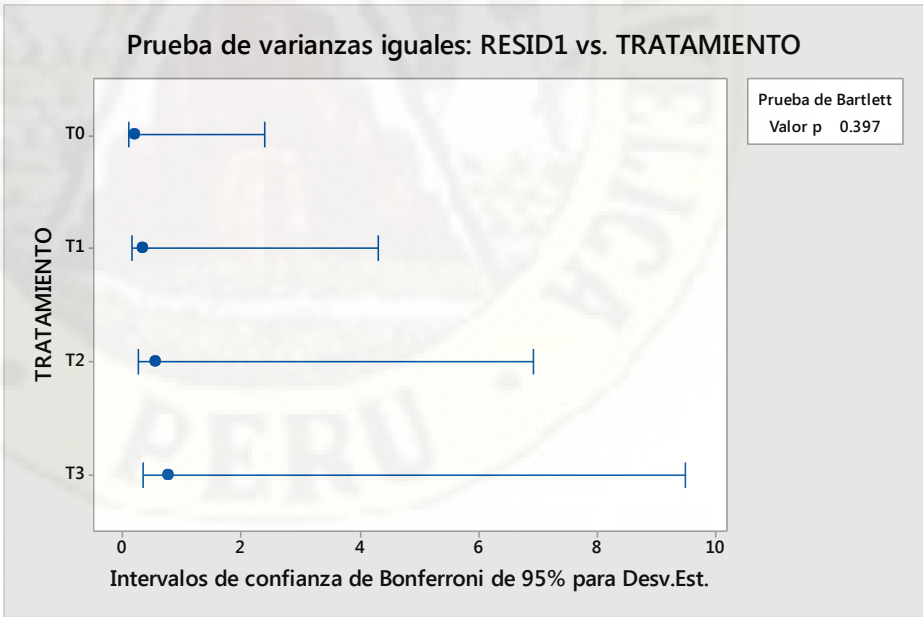
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

$$\text{Bartlett} = 2.96$$

P – valor

Figura 44

Diagrama de homogeneidad de varianzas para relación C/N



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para relación C/N

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	2.96	0.397

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.397

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en la relación C/N del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en la relación C/N del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 25.07

P – valor

Tabla 53

Análisis de varianza para relación C/N

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	19.093	6.3643	25.07	0.002
Error	8	2.031	0.2539		
Total	11	21.124			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.002

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto a la relación C/N del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

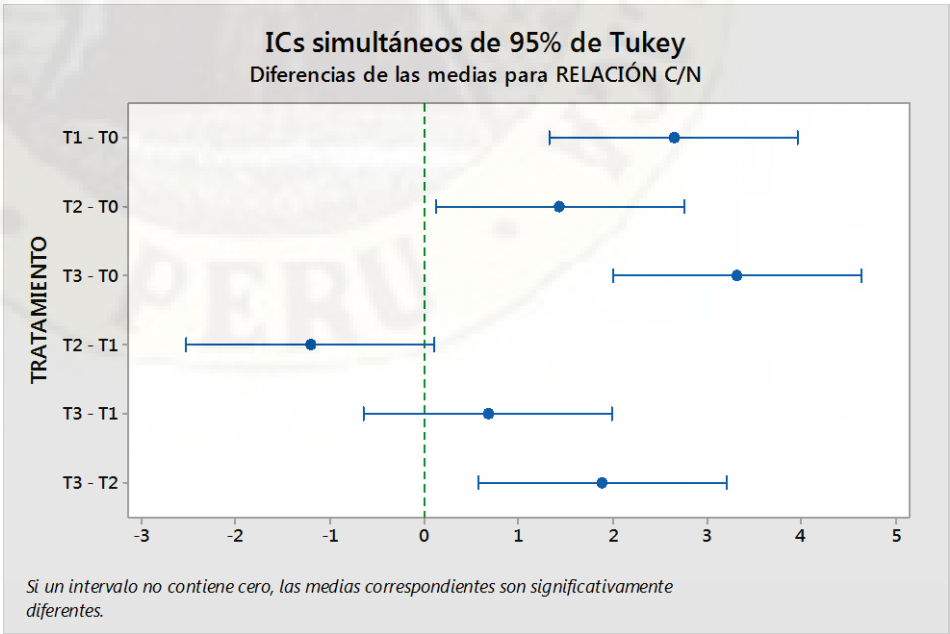
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95 %.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 45

Diagrama de la prueba de Tukey para relación C/N



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54

Prueba de Tukey para relación C/N

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	16.0067	A		
T1	3	15.3333	A	B	
T2	3	14.1233		B	
T0	3	12.6933			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T2 (hongos saprofitos lignícolas) es significativamente diferente al tratamiento T0 (testigo), además es el mejor tratamiento ya que tiene la relación C/N más adecuada según lo recomendado por la FAO.

4.3.7. Nitrógeno (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

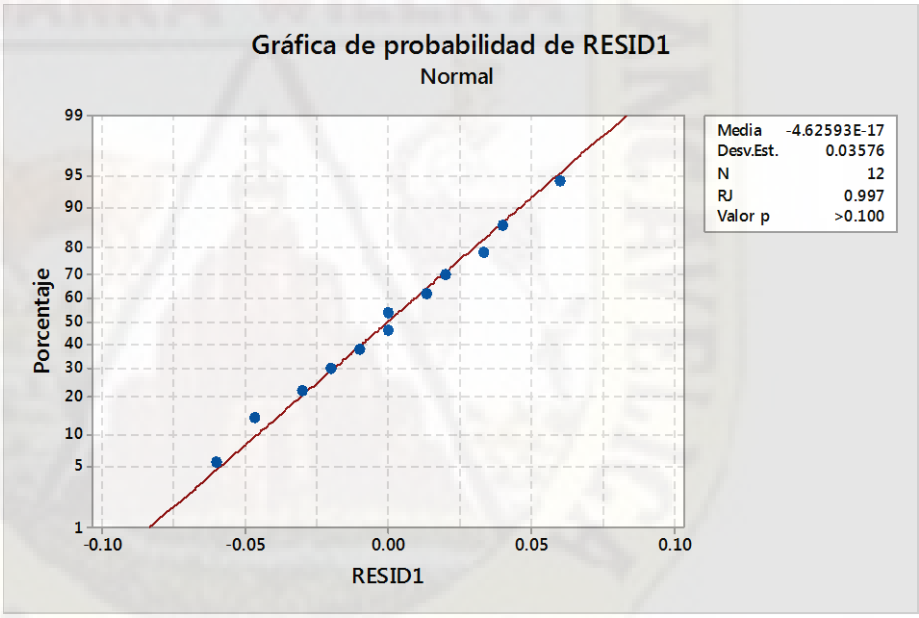
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.997

P – valor

Figura 46

Diagrama de normalidad para nitrógeno



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

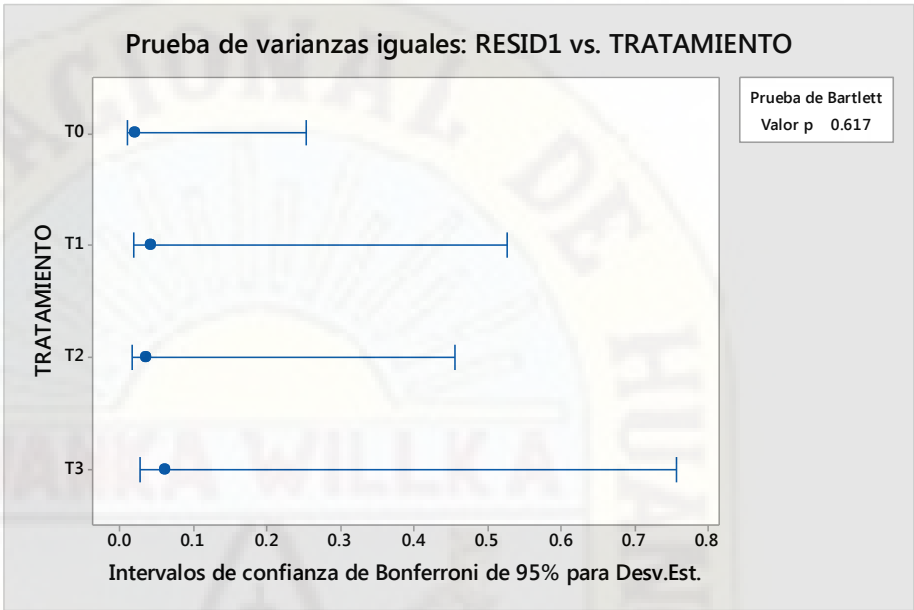
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.79

P – valor

Figura 47

Diagrama de homogeneidad de varianzas para nitrógeno



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para nitrógeno

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.79	0.617

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.617

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de nitrógeno del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de nitrógeno del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 63.28

P – valor

Tabla 56

Análisis de varianza para nitrógeno

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.33380	0.111267	63.28	0.001
Error	8	0.01407	0.001758		
Total	11	0.34787			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.001

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de nitrógeno del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

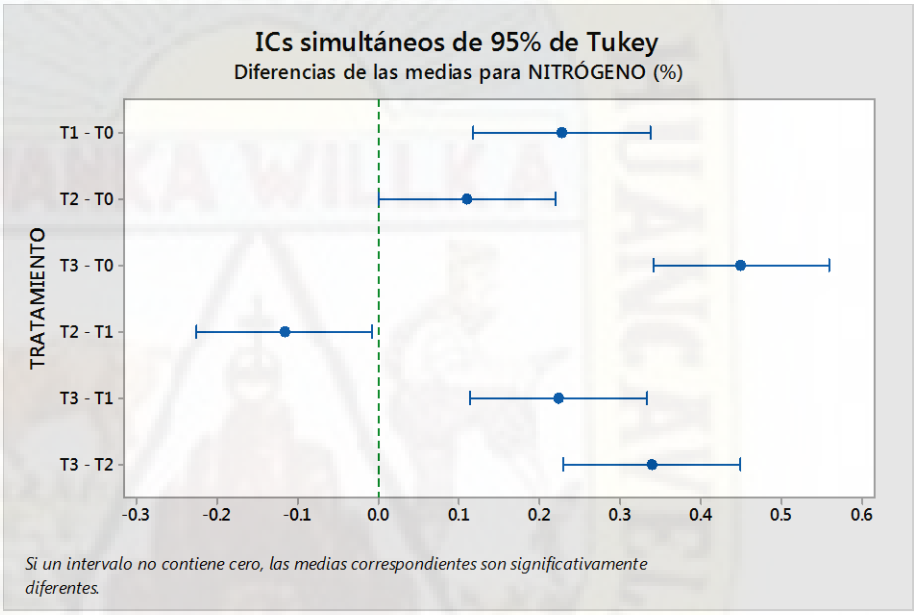
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 48

Diagrama de la prueba de Tukey para nitrógeno



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

Prueba de Tukey para nitrógeno

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*
T3	3	1.16000	A
T1	3	0.93667	B
T2	3	0.82000	C
T0	3	0.71000	D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido

por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque registra el mayor contenido de nitrógeno.

4.3.8. Fósforo (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

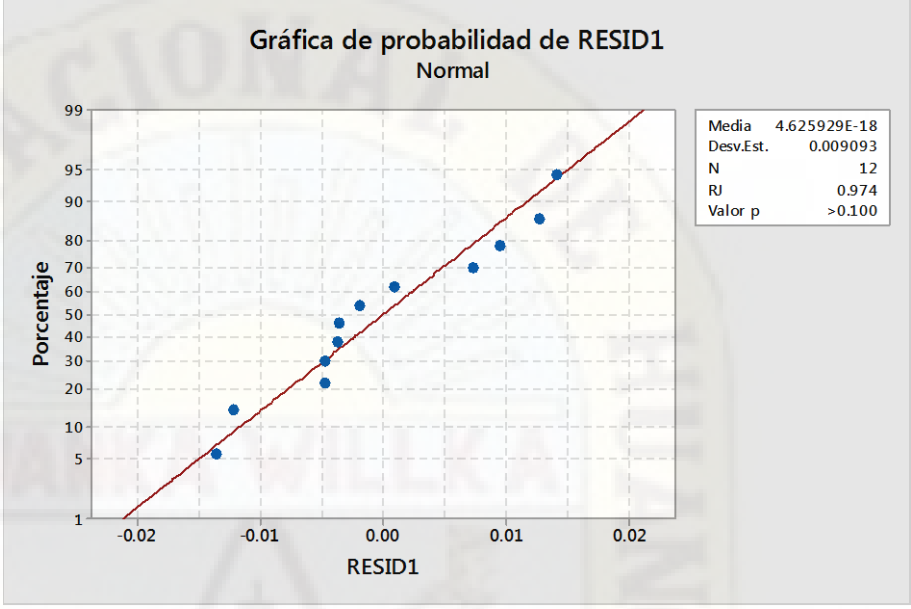
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.974

P – valor

Figura 49

Diagrama de normalidad para fósforo



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

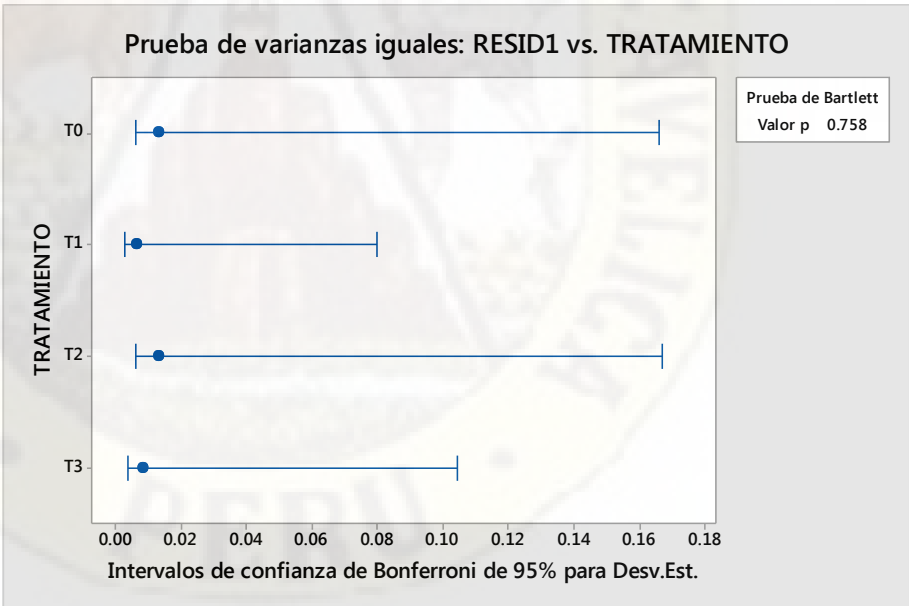
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.18

P – valor

Figura 50

Diagrama de homogeneidad de varianzas para fósforo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para fósforo

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.18	0.758

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.758

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de fósforo del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de fósforo del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 634.91

P – valor

Tabla 59

Análisis de varianza para fósforo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.216530	0.072177	634.91	0.001
Error	8	0.000909	0.000114		
Total	11	0.217440			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.001

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de fósforo del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

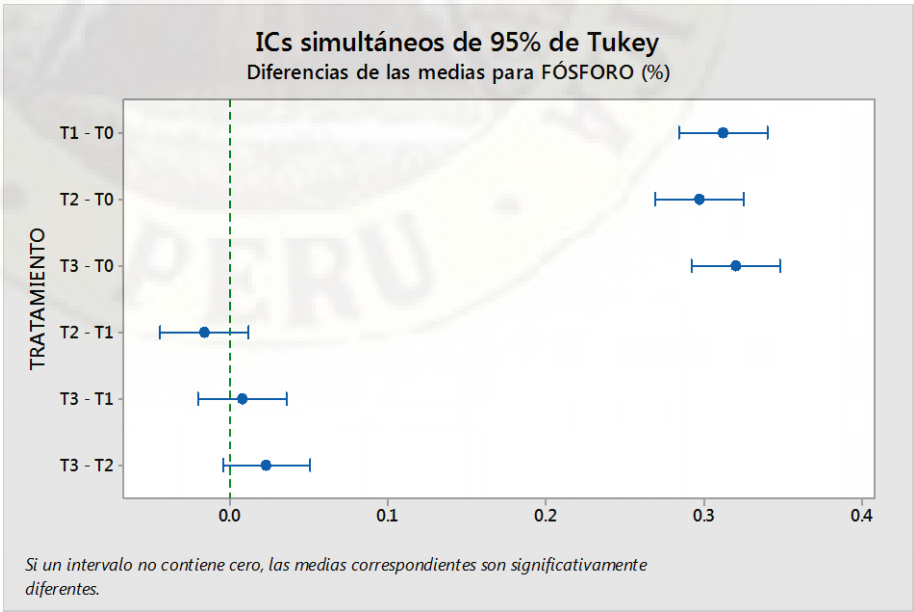
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 51

Diagrama de la prueba de Tukey para fósforo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60

Prueba de Tukey para fósforo

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*	
T3	3	0.635567	A	
T1	3	0.627300	A	
T2	3	0.611933	A	
T0	3	0.315333		B

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente al tratamiento T0 (testigo), además es el mejor tratamiento ya que presenta el mayor contenido de fósforo.

4.3.9. Potasio (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

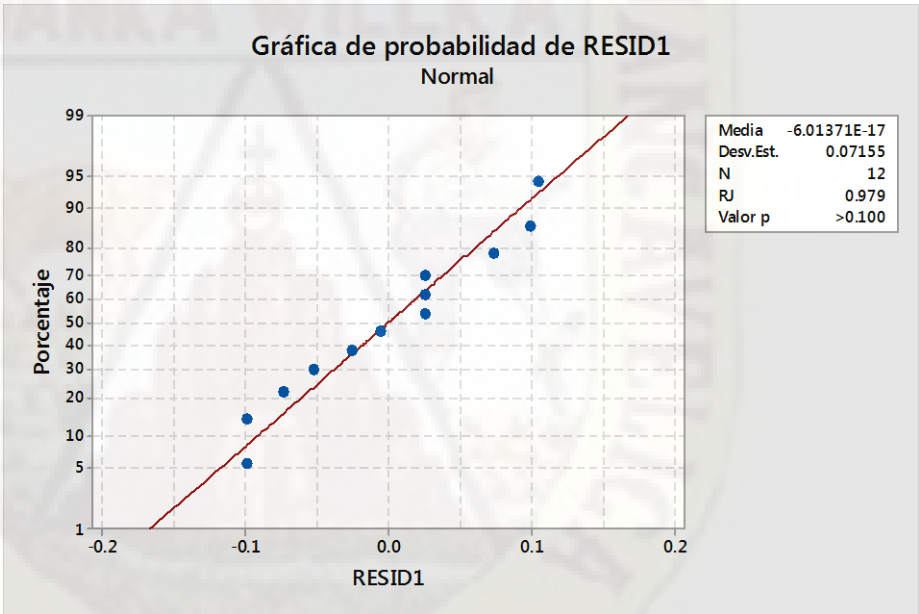
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.979

P – valor

Figura 52

Diagrama de normalidad para potasio



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

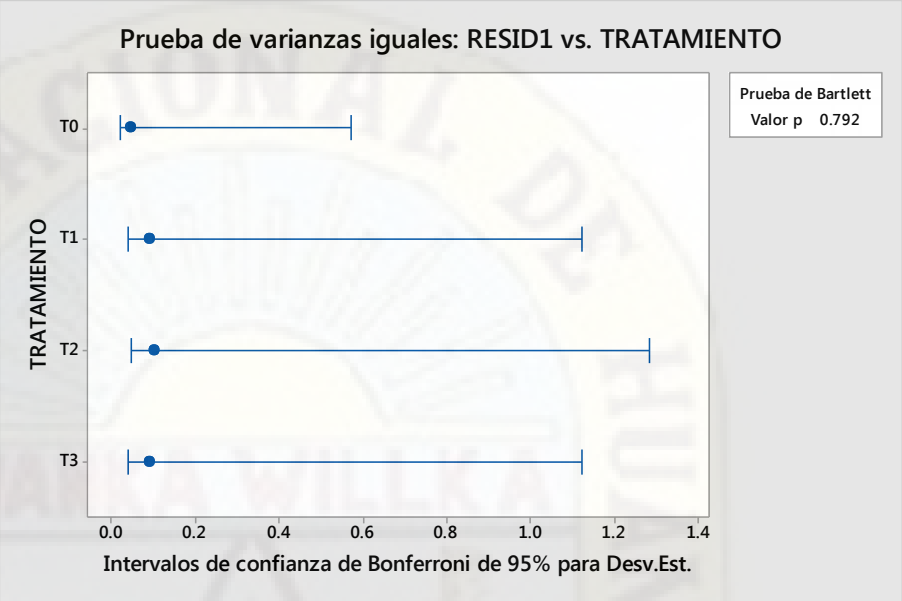
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.04

P – valor

Figura 53

Diagrama de homogeneidad de varianzas para potasio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para potasio

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.04	0.792

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.792

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de potasio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de potasio del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 148.79

P – valor

Tabla 62

Análisis de varianza para potasio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	3.14209	1.04736	148.79	0.004
Error	8	0.05632	0.00704		
Total	11	3.19840			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.004

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de potasio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

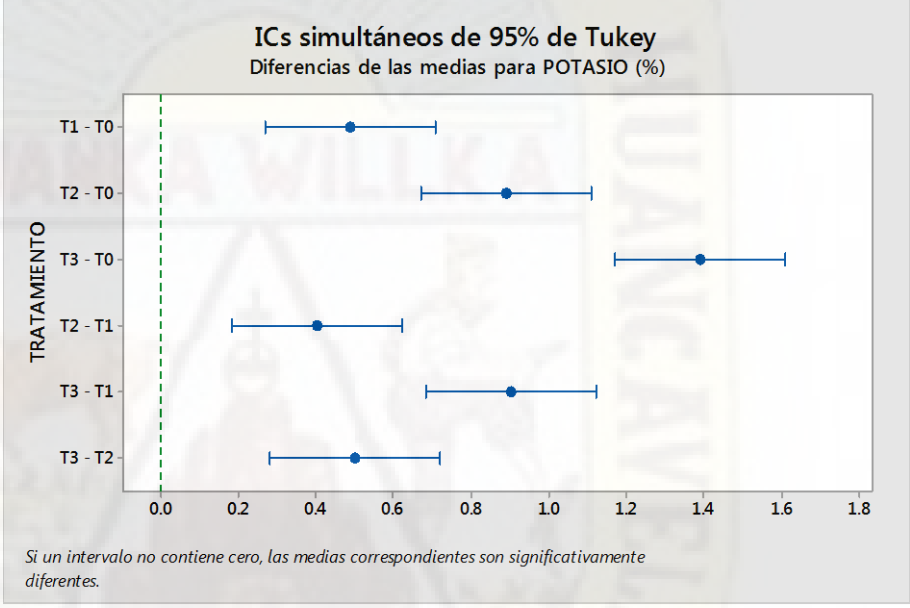
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 54

Diagrama de la prueba de Tukey para potasio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63

Prueba de Tukey para potasio

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*
T3	3	1.58333	A
T2	3	1.08333	B
T1	3	0.68229	C
T0	3	0.19271	D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido

por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el mayor contenido de potasio.

4.3.10. Calcio (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

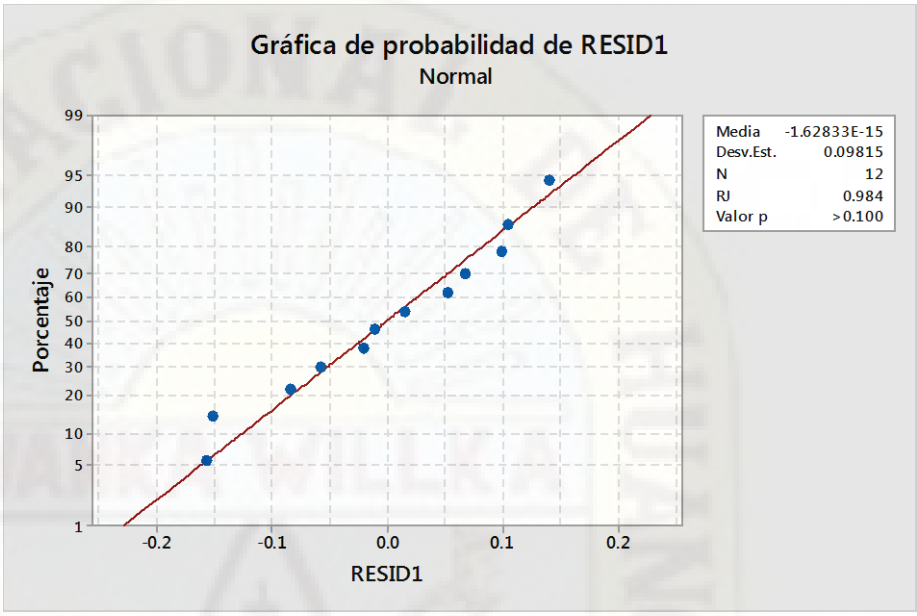
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

$$RJ = 0.984$$

P – valor

Figura 55

Diagrama de normalidad para calcio



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

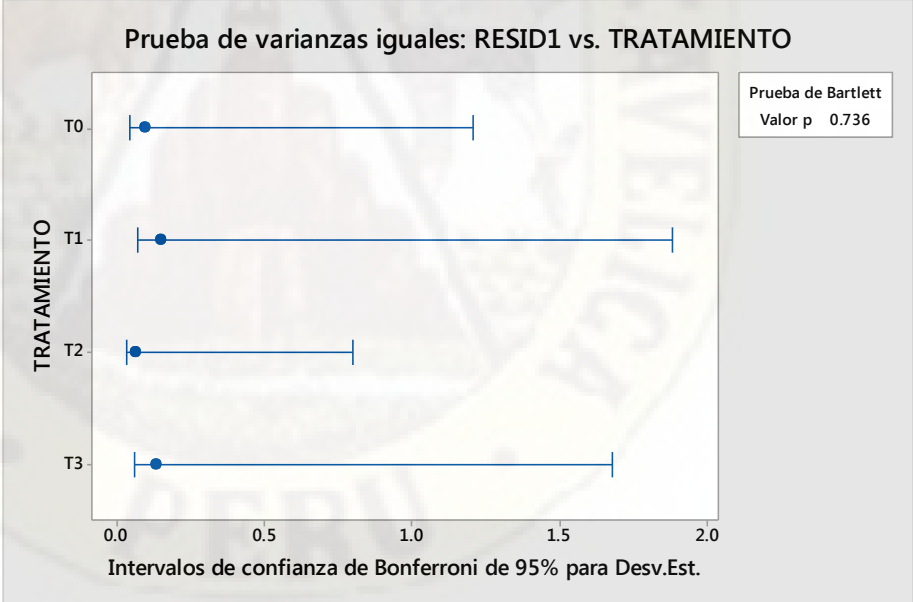
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.27

P – valor

Figura 56

Diagrama de homogeneidad de varianzas para calcio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para calcio

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.27	0.736

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.736

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de calcio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de calcio del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 826.56

P – valor

Tabla 65

Análisis de varianza para calcio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	32.8425	10.9475	826.56	0.006
Error	8	0.1060	0.0132		
Total	11	32.9485			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.006

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de calcio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

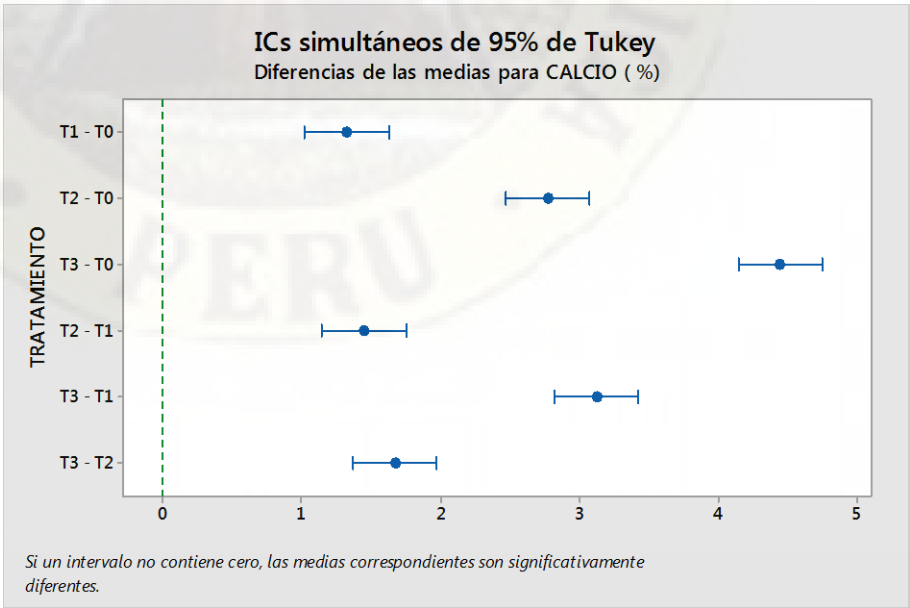
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 57

Diagrama de la prueba de Tukey para calcio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66

Prueba de Tukey para calcio

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	18.3854	A		
T2	3	16.7135		B	
T1	3	15.2656			C
T0	3	13.9427			D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el mayor contenido de calcio.

4.3.11. Magnesio (%)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

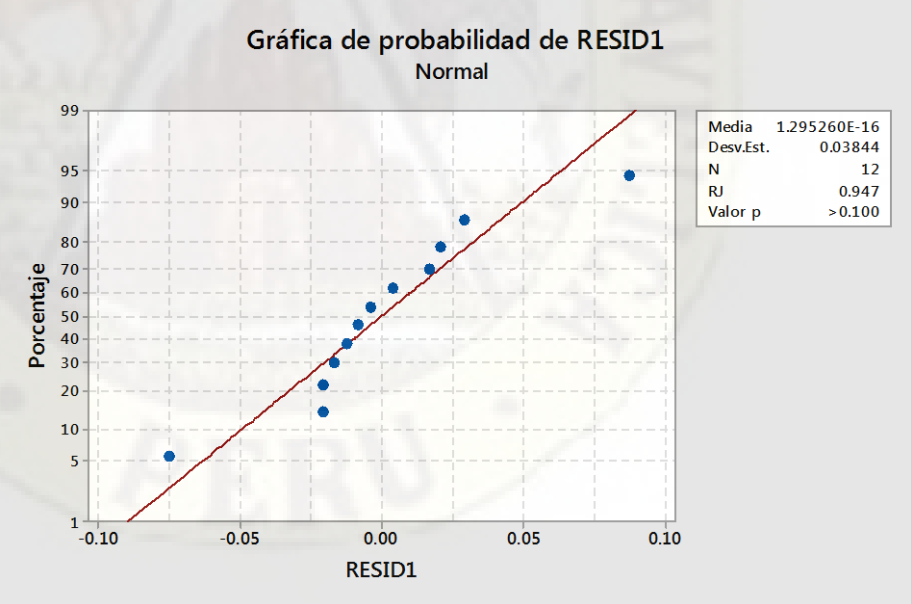
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.947

P – valor

Figura 58

Diagrama de normalidad para magnesio



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$
Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

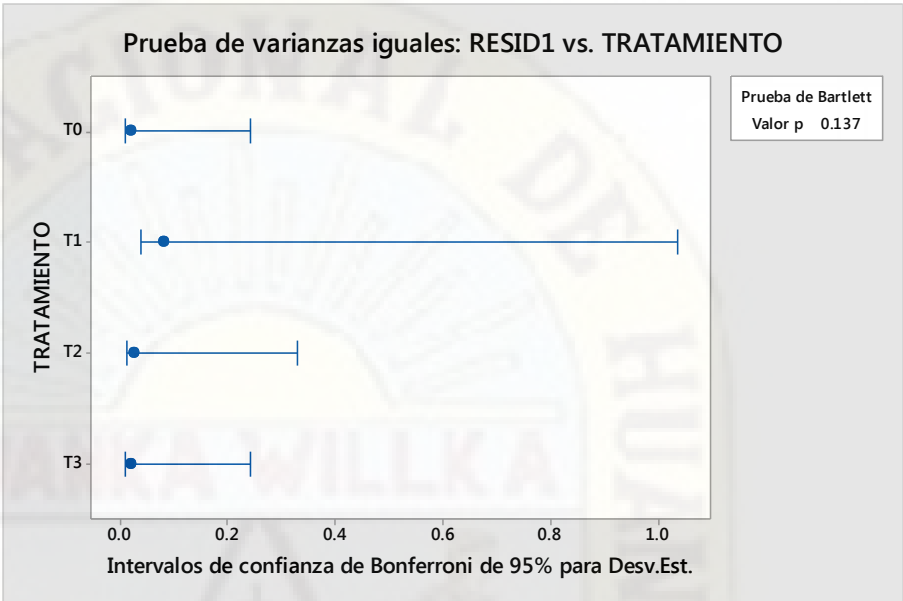
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 5.52

P – valor

Figura 59

Diagrama de homogeneidad de varianzas para magnesio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para magnesio

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	5.52	0.137

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.137

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de magnesio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de magnesio del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 183.71

P – valor

Tabla 68

Análisis de varianza para magnesio

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	1.11948	0.373160	183.71	0.002
Error	8	0.01625	0.002031		
Total	11	1.13573			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.002

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de magnesio del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

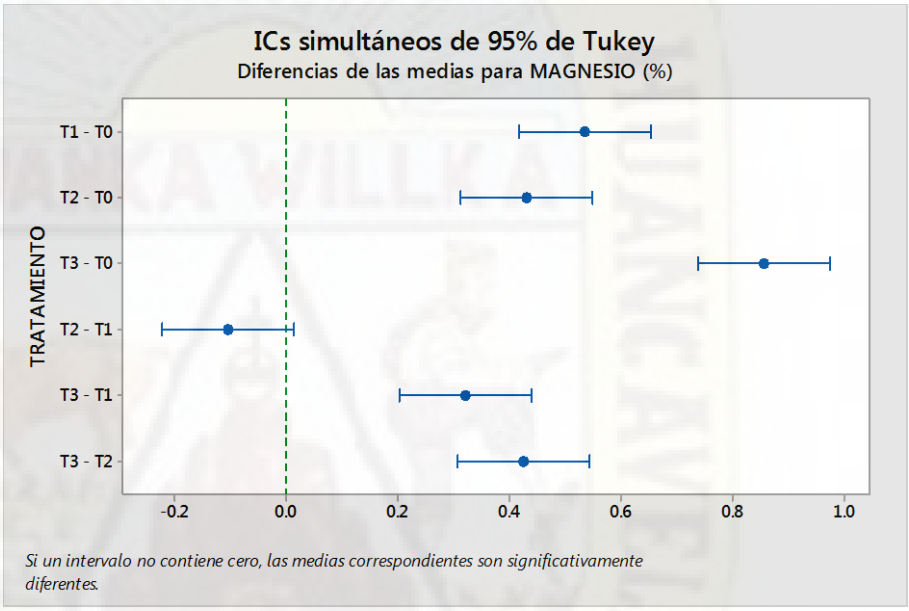
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 60

Diagrama de la prueba de Tukey para magnesio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69

Prueba de Tukey para magnesio

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	1.20833	A		
T1	3	0.88750		B	
T2	3	0.78333		B	
T0	3	0.35417			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido

por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el mayor contenido de magnesio.

4.3.12. Hierro (ppm)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

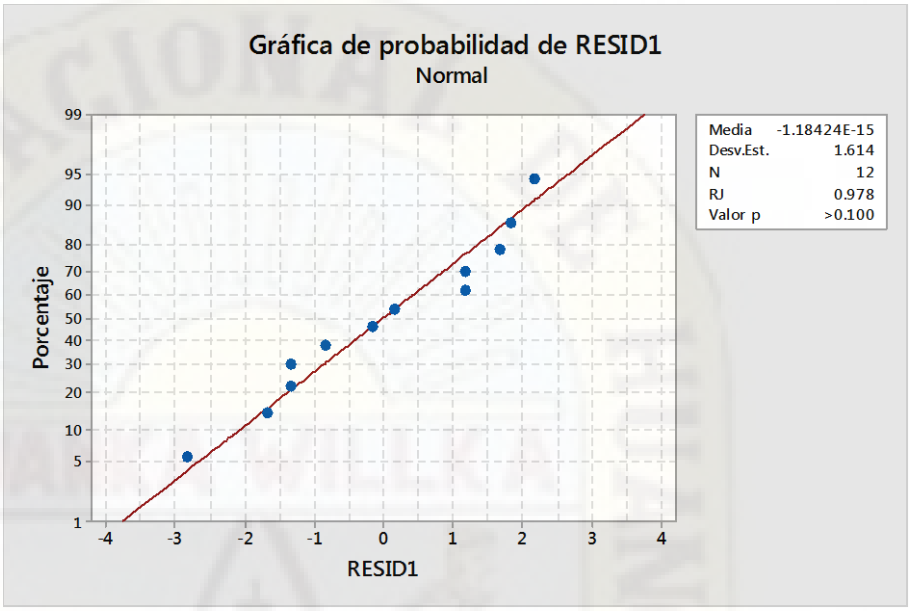
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

$$RJ = 0.978$$

P – valor

Figura 61

Diagrama de normalidad para hierro



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

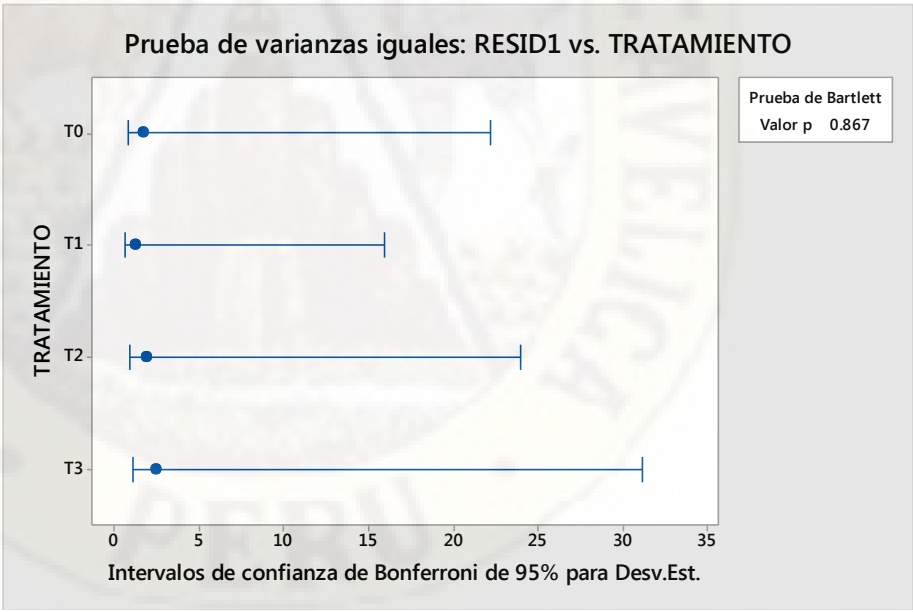
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

$$\text{Bartlett} = 0.72$$

P – valor

Figura 62

Diagrama de homogeneidad de varianzas para hierro



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para hierro

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.72	0.867

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.867

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de hierro del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de hierro del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 65.03

P – valor

Tabla 71

Análisis de varianza para hierro

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	699.06	233.021	65.03	0.002
Error	8	28.67	3.583		
Total	11	727.73			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.002

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de hierro del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

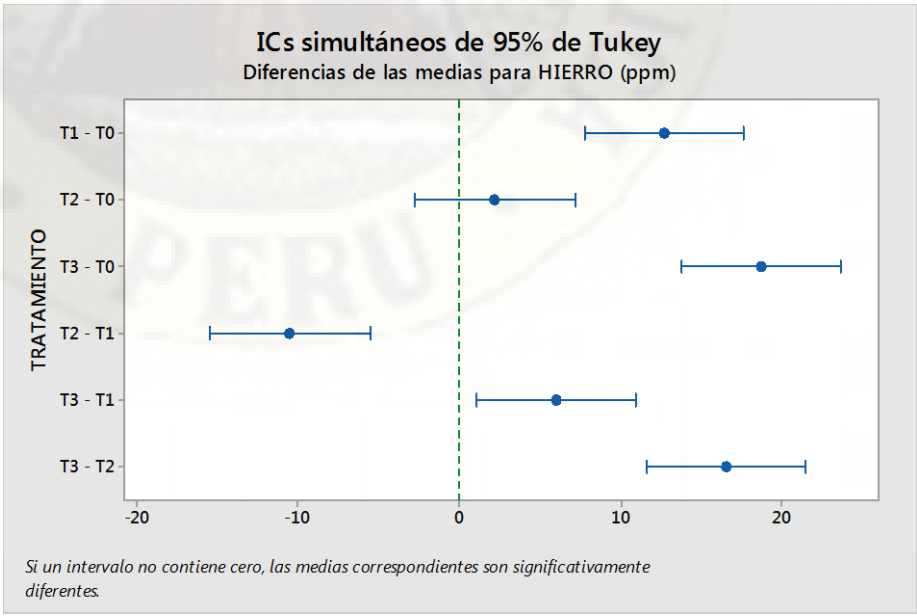
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 63

Diagrama de la prueba de Tukey para hierro



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72

Prueba de Tukey para hierro

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T3	3	41.8333	A		
T1	3	35.8333		B	
T2	3	25.3333			C
T0	3	23.1667			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T0 (testigo) es significativamente diferente a los tratamientos T1 (hongos saprofitos humícolas) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el menor contenido de hierro, este al ser un micronutriente es requerido en cantidades muy pequeñas.

4.3.13. Manganeso (ppm)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

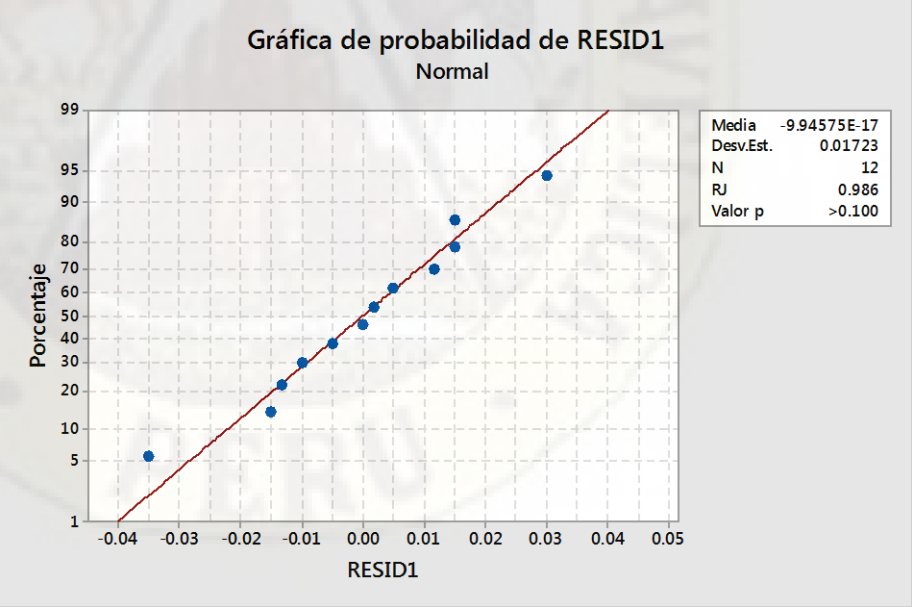
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.986

P – valor

Figura 64

Diagrama de normalidad para manganeso



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$
Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

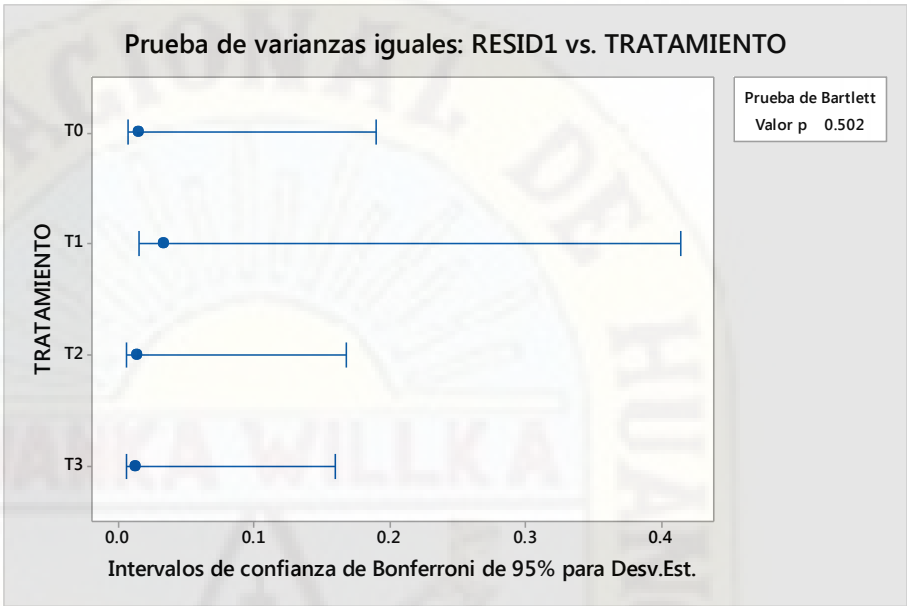
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 2.35

P – valor

Figura 65

Diagrama de homogeneidad de varianzas para manganeso



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para manganeso

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	2.35	0.502

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.502

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de manganeso del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de manganeso del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 560.20

P – valor

Tabla 74

Análisis de varianza para manganeso

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.686250	0.228750	560.20	0.004
Error	8	0.003267	0.000408		
Total	11	0.689517			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.004

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de manganeso del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

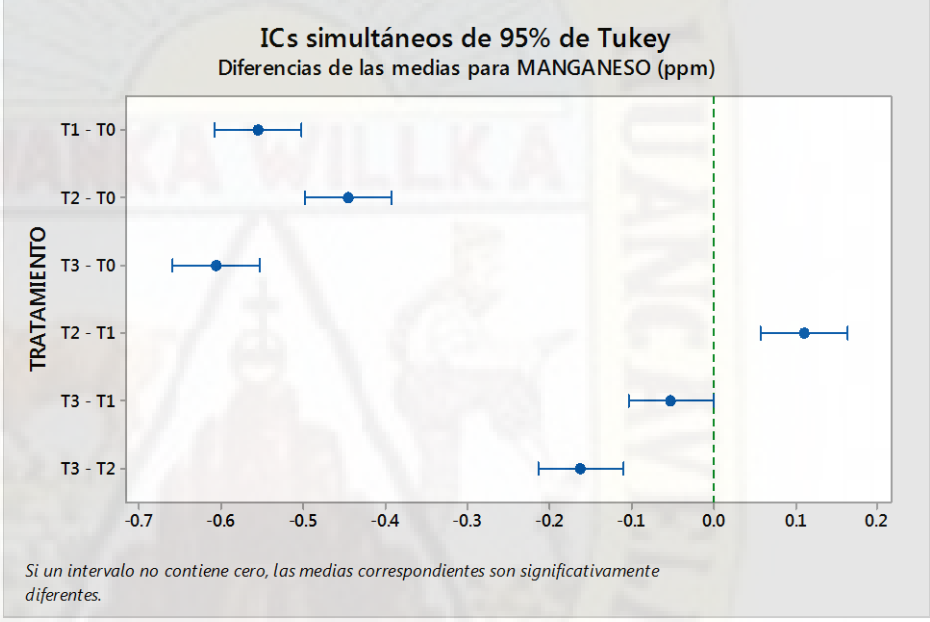
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 66

Diagrama de la prueba de Tukey para manganeso



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75

Prueba de Tukey para manganeso

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.795000	A		
T2	3	0.350000		B	
T1	3	0.240000			C
T3	3	0.188333			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido

por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el menor contenido de manganeso, este al ser un micronutriente es requerido en cantidades muy pequeñas.

4.3.14. Cobre (ppm)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

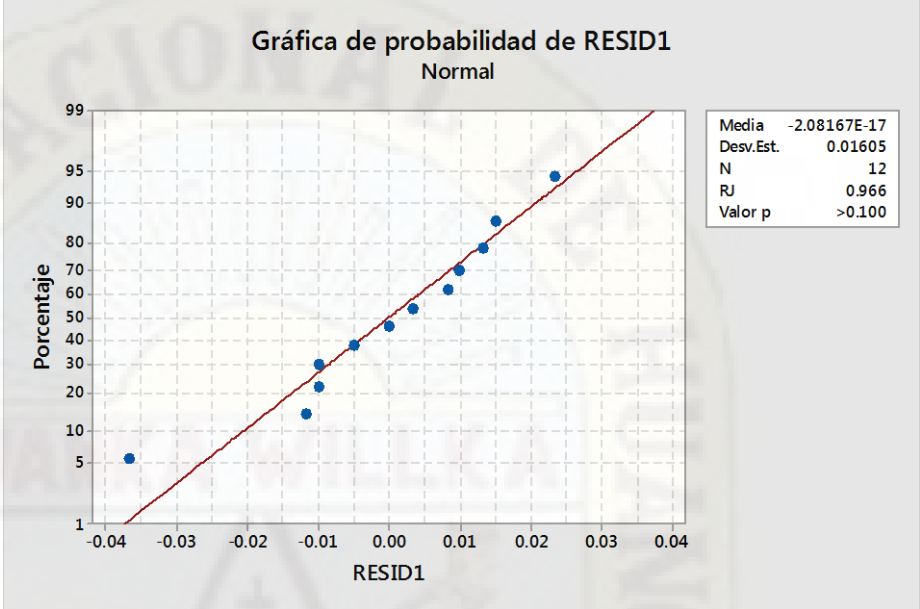
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.966

P – valor

Figura 67

Diagrama de normalidad para cobre



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

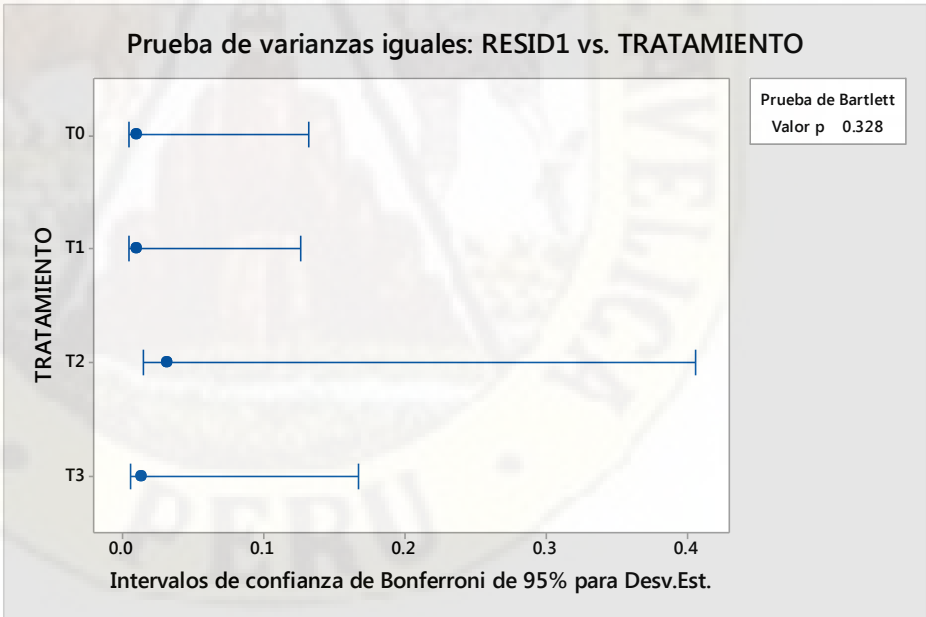
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 3.45

P – valor

Figura 68

Diagrama de homogeneidad de varianzas para cobre



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para cobre

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	3.45	0.328

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.328

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de cobre del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de cobre del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 20.55

P – valor

Tabla 77

Análisis de varianza para cobre

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.021840	0.007280	20.55	0.001
Error	8	0.002833	0.000354		
Total	11	0.024673			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.001

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de cobre del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

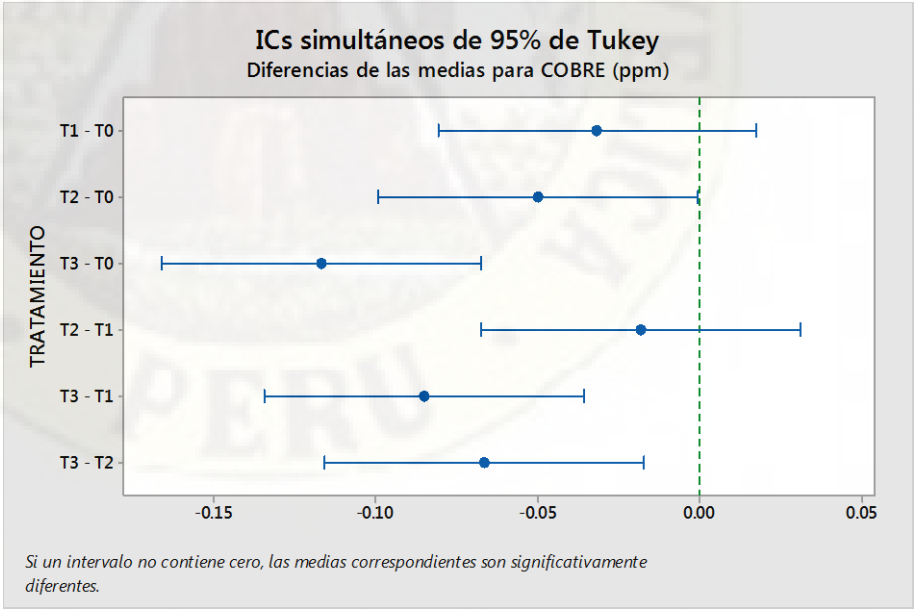
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 69

Diagrama de la prueba de Tukey para cobre



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78

Prueba de Tukey para cobre

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.216667	A		
T1	3	0.185000	A	B	
T2	3	0.166667		B	
T3	3	0.100000			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo), T1 (hongos saprofitos humícolas) y T2 (hongos saprofitos lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el menor contenido de cobre.

4.3.15. Plomo (ppm)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.

Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

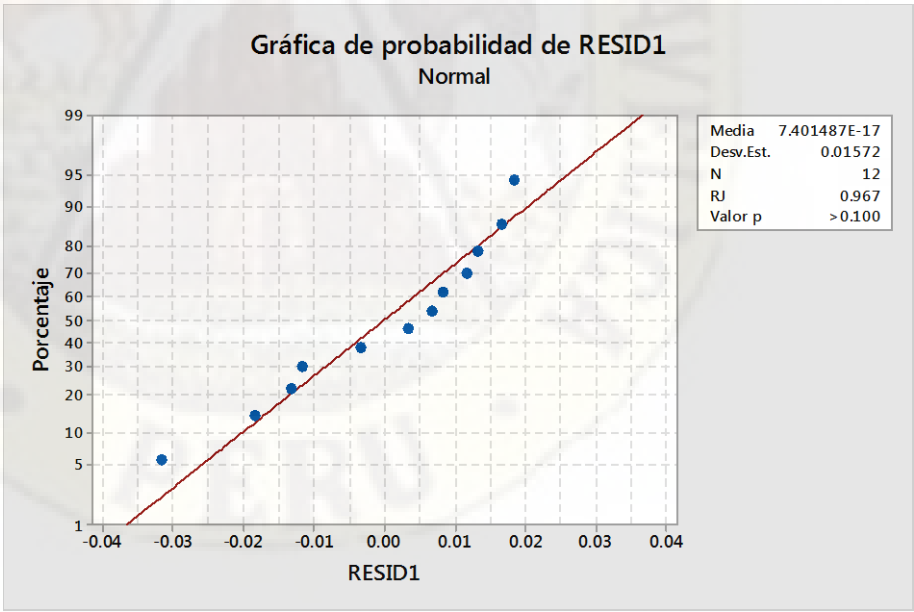
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

RJ = 0.967

P – valor

Figura 70

Diagrama de normalidad para plomo



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$
Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

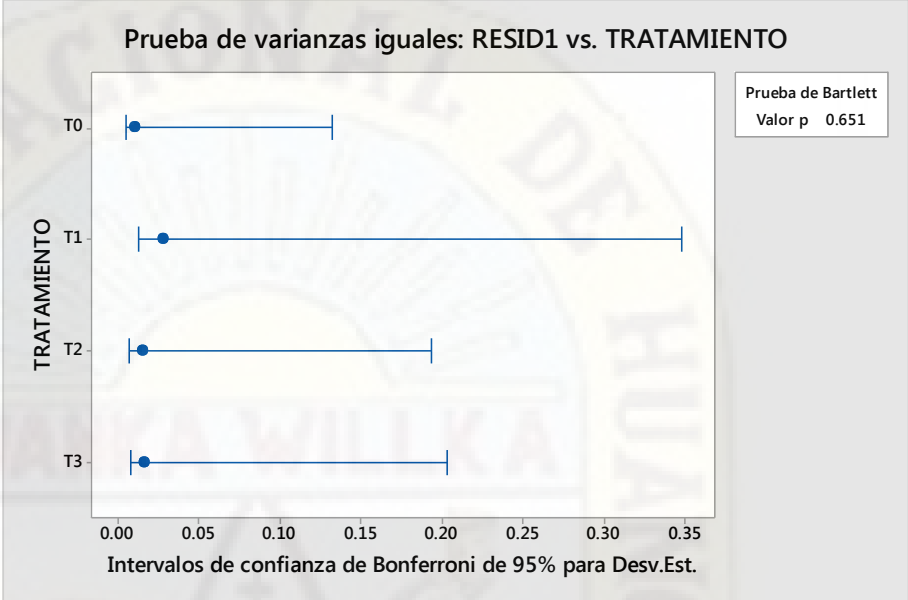
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 1.64

P – valor

Figura 71

Diagrama de homogeneidad de varianzas para plomo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 79

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para plomo

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.64	0.651

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.651

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de plomo del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de plomo del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 189.97

P – valor

Tabla 80

Análisis de varianza para plomo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.193533	0.064511	189.97	0.004
Error	8	0.002717	0.000340		
Total	11	0.196250			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.004

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de plomo del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

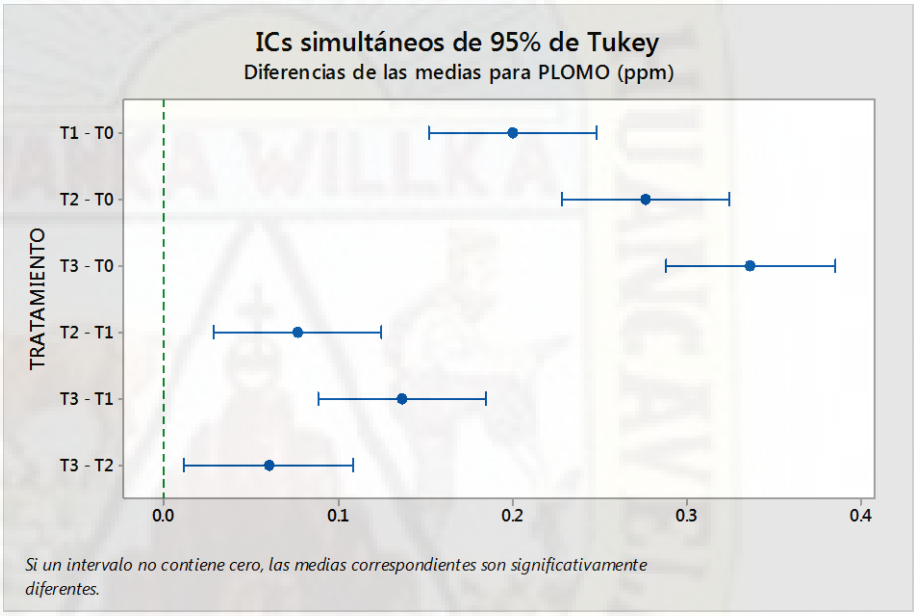
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 72

Diagrama de la prueba de Tukey para plomo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81

Prueba de Tukey para plomo

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*
T3	3	1.63333	A
T2	3	1.57333	B
T1	3	1.49667	C
T0	3	1.29667	D

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido

por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T0 (testigo) es significativamente diferente a los tratamientos T1 (hongos saprofitos humícolas), T2 (hongos saprofitos lignícolas) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el menor contenido de plomo.

4.3.16. Zinc (ppm)

A. Prueba de normalidad

Hipótesis

Ho: Los residuos se distribuyen normalmente.
Ha: Los residuos no se distribuyen normalmente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

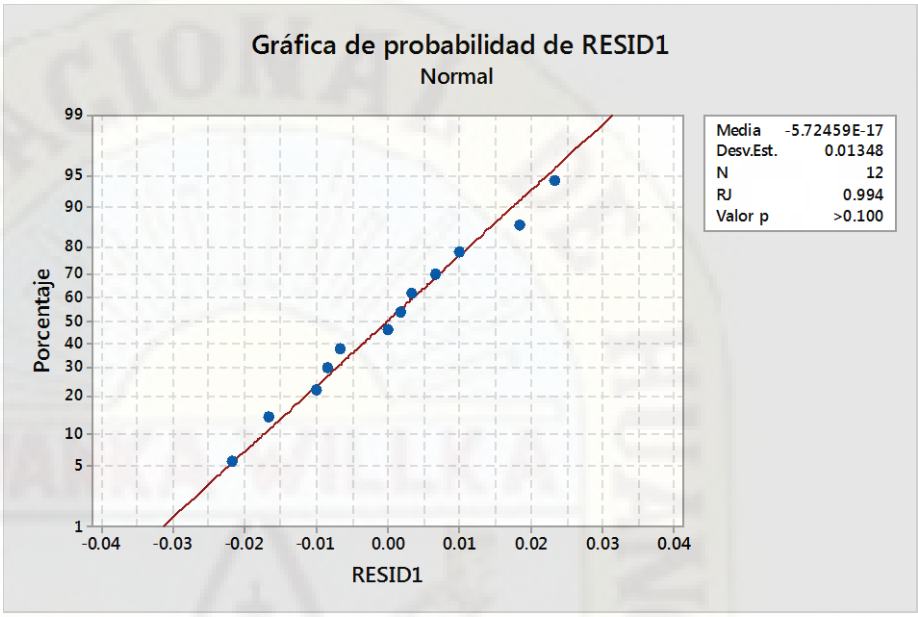
El estadístico de prueba que se utilizo fue la prueba de Ryan - Joiner (similar a Shapiro - Wilk), porque los datos analizados son menores a 30 datos.

$$RJ = 0.994$$

P – valor

Figura 73

Diagrama de normalidad para zinc



Fuente: Elaboración propia.

P – valor = > 0.100

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de normalidad.

B. Prueba de homogeneidad de varianzas

Hipótesis

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$

Ha: Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

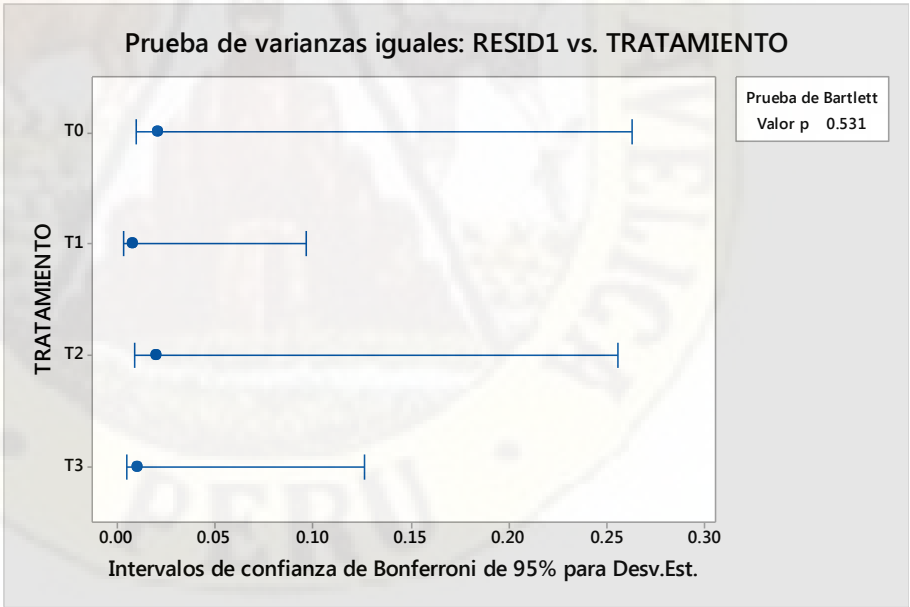
Se usó el estadístico Bartlett para la prueba de homogeneidad de varianzas debido a que los datos tienen una distribución normal.

Bartlett = 2.20

P – valor

Figura 74

Diagrama de homogeneidad de varianzas para zinc



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82

Prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico Bartlett para zinc

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	2.20	0.531

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.531

Decisión estadística

Se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es mayor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

C. Análisis estadístico para ver si los tratamientos influyen en el contenido de zinc del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (no hay diferencias significativas entre los tratamientos).

Ha: Al menos una μ_i es diferente a los demás (los tratamientos tienen efecto en el contenido de zinc del compost).

Nivel de significancia

En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, además se tiene la condición de que los datos presentan una distribución normal y homogeneidad de varianzas.

Valor F = 1219.09

P – valor

Tabla 83

Análisis de varianza para zinc

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	0.914317	0.304772	1219.09	0.006
Error	8	0.002000	0.000250		
Total	11	0.916317			

Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

P-valor = 0.006

Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (Ho), ya que nuestro P-valor es menor al nivel de significancia.

Conclusión

Con un nivel de significancia del 5%, al menos un tratamiento es diferente a los demás.

D. Análisis estadístico para determinar que tratamiento es más efectivo respecto al contenido de zinc del compost

Hipótesis

Ho: $\mu_i = \mu_j$

Ha: $\mu_i \neq \mu_j$

Nivel de significancia

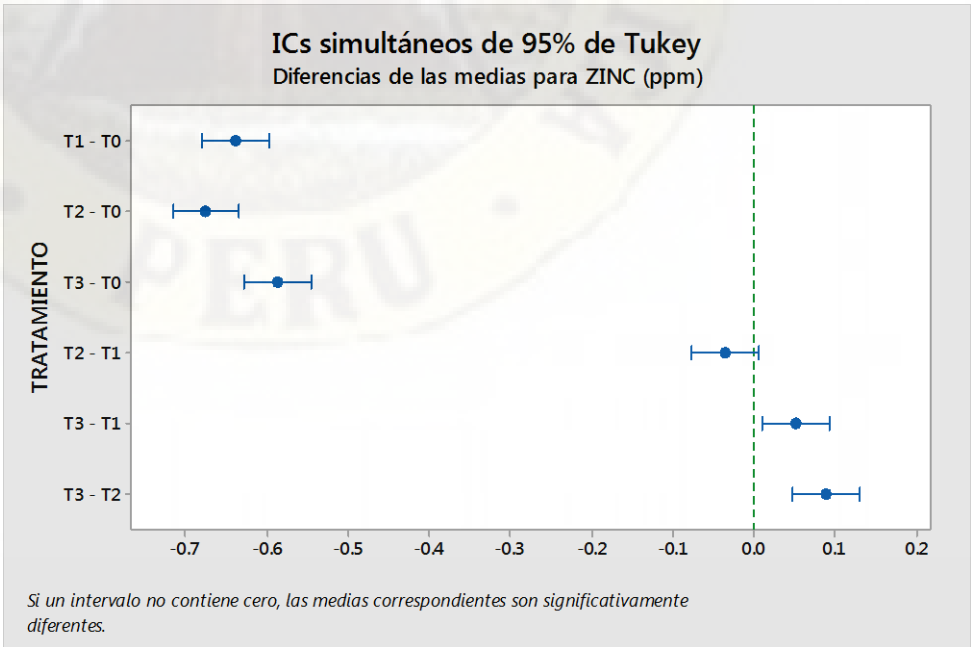
En la investigación se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) y con un grado de confianza de 95%.

Estadístico de prueba

Para el análisis de los tratamientos se usó la prueba de Tukey, debido a que esta prueba determina que tratamiento fue el más efectivo respecto al parámetro analizado.

Figura 75

Diagrama de la prueba de Tukey



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84

Prueba de Tukey para zinc

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación*		
T0	3	0.726667	A		
T3	3	0.140000		B	
T1	3	0.088333			C
T2	3	0.051667			C

Nota. Donde: T0 = Tratamiento 0 - testigo, constituido por residuos orgánicos; T1 = Tratamiento 1, constituido por residuos orgánicos y hongos humícolas; T2 = Tratamiento 2, constituido por residuos orgánicos y hongos lignícolas; T3 = Tratamiento T3, constituido por residuos orgánicos, hongos humícolas y lignícolas.
* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Fuente: Elaboración propia procesada en Minitab.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que el tratamiento T2 (hongos saprofitos lignícolas) es significativamente diferente a los tratamientos T0 (testigo) y T3 (hongos saprofitos humícolas y lignícolas), además es el mejor tratamiento porque presenta el menor contenido de zinc.

CONCLUSIONES

Teniendo en consideración los resultados obtenidos se concluye que:

1. El tiempo de producción de compost más óptimo se obtuvo en el tratamiento T3 que uso hongos saprofitos (humícolas y lignícolas) registrando un total de 82 días, en comparación al testigo (T0) que obtuvo 96 días sin la aplicación de hongos saprofitos.

2. El compost obtenido en los tratamientos que usaron hongos saprofitos (humícolas y lignícolas) son de mejor calidad que el testigo (sin hongos saprofitos).

3. La calidad del compost producido a partir de los residuos generados en el mercado central de Huancavelica en todos los tratamientos evaluados según sus características físicas corresponden a un compost de Clase B según la norma chilena 2880 y Clase C según la norma mexicana 020.

4. La calidad del compost producido a partir de los residuos generados en el mercado central de Huancavelica según sus características químicas cumplen con los límites establecidos en la norma chilena 2880, la norma mexicana 020, norma técnica colombiana 5167 y la OMS.

5. La combinación más eficiente en cuanto a tiempo de producción y calidad de compost fue la del tratamiento T3 con aplicación de hongos saprofitos humícolas y lignícolas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis inicial al material orgánico fresco para contar con la información de sus características físicas, químicas y microbiológicas.

- Es necesario realizar una segregación adecuada de los residuos para de esta manera disminuir la presencia de plásticos, vidrios y metales.

- El compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica, ayudara en la mejora de las áreas verdes urbanas, en la reforestación y para la producción de plantones de especies forestales.

- En investigaciones futuras se recomienda realizar el análisis del compost obtenido para contar con información de sus diferentes características y que permita conocer y garantizar su calidad conforme con las normas internacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, Y. (2018). *"Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos de los mercados de la ciudad de Juliaca mediante la impermeabilización con geomembrana y la aplicación de activadores biológicos (suero de leche y levadura) – 2018"* [Universidad Andina "Nèstor Càceres Velàsquez"]. http://190.116.50.20/bitstream/handle/UANCV/2982/T036_47970899_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Álvarez, J. (2006). *Manual de Compostaje para Agricultura Ecológica Consejería de Agricultura y Pesca.*

Bautista, O. (2005). *Introducction to tropical Horticulture*. Argentina.

Bonh, E. (1993). *Química del suelo.* Limusa.

Cajahuanca, S. (2016). *"Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla"* [Universidad de Huànuco]. http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chávez, Á., & Rodriguéz, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Revista Academia & Virtualidad*, *9*(2), 90–107. http://bbibliograficas.ucc.edu.co:2063/lib/ucooperativasp/detail.action?docID=11045964&p00=elias+castells

Chile. INN. (2005). Norma Chilena 2880-2005: Compost - Clasificación y requisitos. *Diario Oficial de Chile.*

Cieza, J. (2017). *"Aplicación de bacterias ácido lácticas para acelerar la descomposición de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el centro de compostaje Yencala Boggiano – Lambayeque"* [Universidad César Vallejo].

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11185/cieza_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cochran, W. G. (1972). *Técnicas de Muestreo*. Mexico.

Cifuentes, J. (1984). Los hongos: ¿plantas o animales? *Ciencias*, *5*, 10–15. https://www.revistaciencias.unam.mx/es/140-revistas/revista-ciencias-5/1099-los-hongos-¿plantas-o-animales.html

Cordova, A. (2014). *Estudio de factibilidad tecnico-economica para instalar una planta de compostaje utilizando desechos vegetales urbanos.* Santiago - Chile: Universidad de Chile .

Correa, M. (2005). ¿Cuál es la tecnología de microorganismos eficaces? ¿Cómo nos puede ayudar?. Colombia.

Cruz, M. (2013). A*provechamiento y manejo de desechos organicos de cocina utilazando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica. Costa Rica* : Instituto Tecnologico de Costa Rica.

Colombia. ICONTEC. (2004). NTC-5167-2004. Norma Técnica Colombiana: Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. *Diario Ofical Del ICONTEC*, 1–43. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/1compostaje_5normalizacion/BIBLIOGRAFIA/Bib_Norma_Tecnica_Colombiana.pdf

Damiàn, L. (2018). *"Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del Mercado Los Cedros, Distrito de Chorrillos, 2018"* [Universidad César Vallejo]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20516/DAMIAN_ALN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ecoamérica (2001). *Tecnologias limpias para el nuevo milenio.* Ed. N° 9:Chile.

Escobar, N. (2014). *Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos organicos de fincas cafeteras de Cundimarca.*Colombia.

Fernández, A. S. (2015). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Sòlidos*. Argentina.

Filippini, M. (2009). *Principios del compostaje*. Colombia.

Fundaes. (2014). Principales microorgamismos EM. Tecnología *EM.*

Gilbert, M. W. (2008). *Introducción a la Ingeniería Medioambiental*. España : Pearson Educación. S.A. pp 679.

Giménez, A. P. (2008). *Utilización de fibra de kenaf (Hibiscus cannabinus L.) en la elaboración de sustratos específicos para cultivo de Pleurotus ostreatus (Jacq. ex Fr.) Kummer.*

Girbés, J. (2015). *Aprovechamiento de Residuos Agroforestales,con particular interés en los originados en explotaciones de Nuez Pecán (Carya illinoinensis), por medio del cultivo de Hongos Saprófitos Saludables Ibéricos* [Universidad de Valladolid]. Valladolid.

García, Á. (2008). *Muestreo y envió de muestras*. http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/alimenta/MUESTREO_Y_ENVIO_DE_MUESTRAS%5B1%5D.pdf

Garcìa, F. (2018). *"Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad César Vallejo, Filial-Chiclayo"* [Universidad César Vallejo]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/31497/Garica_PFJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGRAW-HILL; 6th ed.). www.elosopanda.com%7Cjamespoetrodriguez.com

Hurtado, J. (2014). *Evaluacón del efecto acelerador de microorganismos transformadores de materia orgànica (TMO) en el proceso de compostaje* [Universidad de Manizales]. Colombia.

Huaman, E. (2015). *"Efecto en la aplicación de microorganismos para la*

transformación de desechos orgánicos en compost en el distrito de Naranjillo-Mapresa" [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/400/T.CSA-141.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Intec. (1999). *Manual de Compostaje.* Santiago de Chile.

Lescano, C. (2015). *"Efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en Huanchaco, Trujillo"* [Universidad Nacional de Trujillo]. http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7643/LESCANO BOCANEGRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Loayza, R. (2020). *"Elaboración de compost a partir de la incorporación de tres tipos de aceleradores biológicos en residuos de mercados, parques y jardines."* [Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa].

Londoño, C. U. (2003). *Comparación de biocompostaje de estiércol vacuno usando tratamiento de lombricultura tradicional, lombricultura con el uso de Microorganismos eficaces (EM) y el uso de Microorganismos Eficaces (EM).* [Universidad de la Sabana].

Lynch, J. (1896). *Aggregate stability of volcanic ash and soil during microbial decomposition of straw*.

Mancha, M. (2018). *"Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo de Tuna"* [Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/4693/1/IV_FIN_107_TE_Mancha_Mulato_2018.pdf

Mendez, G. (2003). Indicadores quimicos de la Calidad de Abonos Organicos.50-63.

México (2011). NADF-020-AMBT-2011. Norma Ambiental para el Distrito Federal: Requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas. *Gaceta Oficial Del Distrito Federal*, 69–83.

http://www.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/images/archivos/sedema/leyes-reglamentos/normas/locales/NADF-020-AMBT-2011.pdf

Milla, A. (2007). Introducción al cultivo del hongo Pleurotus ostreatus.

Municipalidad Provincial de Huancavelica (2015). *Plan integral de gestion ambiental de los residuos solidos Provincia - Huancavelica*. https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=3bd134e0-48f1-8c3f-6ead-15129d45908b&documentId=48bcc92e-e9e9-3f4d-8289-c8e5fdfbd50c

Murillo, W. (2008). *La Investigación Cientifica*.Costa Rica.

Najar, T. (2014). *"Evaluación de la eficiencia en la producción de compost convencional con la aplicación de la tecnología EM (microorganismos eficaces) a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz, 2012"* [Universidad Nacional Santiago Antùnez de Mayolo].

Naranjo, E. (2013). *"Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost"* [Universidad Técnica de Ambato]. http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52 Ingeniería Agronómica -CD 173.pdf

Nuñez, A. (1992). *Fertilización química y orgánica en dos especies en condiciones de invernadero.* Universidad Técnica de Ambato.

Otoniel, B. (2015). La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos solidos organicos generados en los mercados municipales . *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 19-26.

PIGARS (2016). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Municipalidad de Huancavelica.* Huancavelica.

Quinatoa, M. (2013). *Estandarizacion del Proceso de Produccion de Compost con Fines Comerciales Utilizando tres Fuentes de Inoculo con la Asociacion Santa Catalina del Canton Pillaro* [Universidad Técnica de Ambato]. Cevallos, Ecuador.

Rafael, M. (2015). *"Proceso de producción y aplicación del producto*

microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo" [Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3511/Rafael Avila.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramirez, E. (2005). *El método experimental*. http://www4.ujaen.es/~eramirez/Descargas/tema6

Ramos, P. (2015). *"Evaluación de diferentes sustratos de materias orgánicas y con microorganismos eficientes en la preparación de compost, en la zona de Pangoa - Perú"* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1908/Ramos Palomino.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, F. (2015). *Efectos de Diferentes Residuos de Origen Vegetal y Animal en Algunas Caracteristicas Fisica, Quimica y Biologica del Compost* [Universidad Nacional Agraria]. Managua, Nicaragua.

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. www.fao.org/publications

Sanchez, F. (2015). *"Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa"* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1095/TS_SGF_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Soriano, J. (2016). *Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de "microorganismos eficaces"- Concepción* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3487/Soriano Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Spiegel, M. (1978). *Estadistica* (4º). McGRAW-HILL.

Suaña, M. (2013). *"Compostaje de residuos orgánicos y de lentejas de agua (Lemna sp.) con aplicación microorganismos eficaces"* [Universidad Nacional del

Altiplano]. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/446/EPG429-00429-01.pdf?sequence=1

Tingos, B. (2013). *Evaluación Nutrimental de Compost Proveniente de cuatro Combinaciones de Desechos Orgànicos Frente a la Aplicación de Eco - Abonaza en el Cultivo de Lechuga* [Ingeniería de Medio Ambiente].Colombia.

Vargas, Y. (2017). *"Calidad del compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental Santa Cruz, ciudad de Concepción"* [Universidad Nacional del Centro del Perú].

Vásquez, M. (2012). Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha (pulpa) del café con la aplicación de microorganismos nativos. *CENIC Ciencias Biológicas*, 41.

Vazques de Dias, M. (2014). *Optimización del proceso de compostaje de productos post-cosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos* [Universidad de Santander]. Bucaramanga.

Villacrés, M. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del cantón Riobamba. *European Journal of Scientific Research* , 13-18.

Yanasupo, K. (2018). *"Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes. Ayacucho 2017"* [Universidad Nacional de San Cristòbal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3100/TESIS AG1229_Yan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yánez, A. (2014). *Aprovechamiento de los E.M. (Microorganismos eficientes) para mejorar la calidad del abono orgànico tipo compost* [Universidad Tecnica de Ambato]. Ecuador.

APÉNDICE

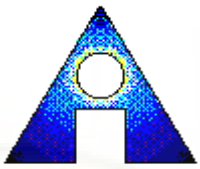
1. Matriz de consistencia.
2. Fichas de recolección de datos de campo y laboratorio.
3. Fotografías.

APENDICE 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÒN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODOS
¿Cuál es la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica?	**General:** ▪ Evaluar la influencia de los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) en el tiempo y calidad de producción de compost de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica. **Específico:** ▪ Determinar el tiempo de producción de compost con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica. ▪ Comparar la calidad del compost producido con y sin el uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas), elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica.	**Antecedentes:** **Internacional** ▪ Naranjo (2013), "Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost". **Nacional** ▪ Loayza (2020), "Elaboración de compost a partir de la incorporación de tres tipos de aceleradores biológicos en residuos de mercados, parques y jardines".	**General** ▪ Los hongos saprófitos (humícolas y lignícolas) influyen directamente en la disminución del tiempo de producción y calidad del compost, obtenido a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central de Huancavelica. **Prueba de hipótesis:** ▪ Se empleó el método de Análisis de Varianza (ANOVA) al 5% de significancia. Posterior a esto se aplicó la prueba de Tukey.	**Independiente** ▪ Uso de hongos saprófitos (humícolas y lignícolas). **Dependiente** ▪ Tiempo de producción de compost. ▪ Calidad de compost.	**Tipo de investigación:** ▪ Aplicada. **Nivel de investigación:** ▪ Explicativo. **Método de investigación:** ▪ Experimental. **Población:** ▪ Constituida por 0.055 ton/día de residuos orgánicos generados en el mercado central de Huancavelica. **Muestra:** ▪ Compuesta por 25Kg de residuos sólidos orgánicos por cada compostera, seleccionados de manera intencional (no probabilística). **Muestreo:** ▪ Se realizó el muestreo de tipo intencional o de conveniencia, utilizando el método de cuarteo.

Batch Run Report

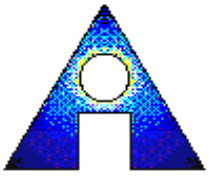


File Name K TESIS COMPOST.brt
File Path
K
Data starts here

Printed 6/8/2021 3:11:43 PM
Run 6/8/2021 2:04:34 PM
Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0		
Blank	0	0		
Standard -1	0.04	0		
Standard -1	0.03	0		
Standard -2	0.23	0.5		
Standard -2	0.22	0.5		
Standard -3	0.42	1		
Standard -3	0.42	1		
Standard -4	0.59	1.5		
Standard -4	0.58	1.5		
T0-1	0.04		0.04	
T0-1	0.04		0.05	
T2-2	0.14		0.31	
T2-2	0.15		0.32	
T2-1	0.17		0.38	
T2-1	0.17		0.38	
T1-2	0.1		0.2	
T1-2	0.1		0.22	
T1-1	0.12		0.25	
T1-1	0.12		0.25	
T3-3	0.21		0.48	
T3-3	0.2		0.47	
T0-2	0.04		0.06	
T0-2	0.05		0.08	
T0-3	0.04		0.06	
T0-3	0.05		0.08	
T3-2	0.2		0.47	
T3-2	0.24		0.56	
T3-1	0.23		0.53	
T3-1	0.23		0.53	
T2-3	0.16		0.34	
T2-3	0.16		0.35	
T1-3	0.1		0.19	
T1-3	0.1		0.2	

Batch Run Report



File Name Ca TESIS COMPOST.brt
File Path

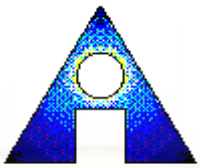
Ca

Data starts here

Printed 6/8/2021 1:25:28 PM
Run 6/8/2021 12:51:36 PM
Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0	-0.13	
Blank	-0.01	0	-0.18	
Standard -1	0	0	-0.02	
Standard -1	0	0	-0.07	
Standard -2	0.16	3	3.44	
Standard -2	0.17	3	3.67	
Standard -3	0.26	6	5.65	
Standard -3	0.26	6	5.64	
T0-1	0.22		4.68	
T0-1	0.19		4.23	
T2-2	0.25		5.34	
T2-2	0.25		5.32	
T2-1	0.25		5.36	
T2-1	0.25		5.33	
T1-2	0.23		4.97	
T1-2	0.22		4.7	
T1-1	0.23		4.9	
T1-1	0.23		4.96	
T3-3	0.27		5.87	
T3-3	0.28		5.93	
T0-2	0.19		4.3	
T0-2	0.22		4.69	
T0-3	0.2		4.36	
T0-3	0.21		4.51	
T3-2	0.27		5.84	
T3-2	0.27		5.83	
T3-1	0.28		5.95	
T3-1	0.27		5.88	
T2-3	0.25		5.39	
T2-3	0.25		5.35	
T1-3	0.23		4.86	
T1-3	0.23		4.92	

Batch Run Report



File Name Fe TESIS COMPOST.brt
File Path

Printed 5/24/2021 2:25:09 PM
Run 5/24/2021 2:09:29 PM

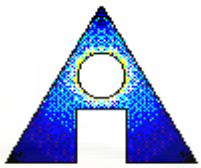
Fe

Data starts here

Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0		
Blank	0	0		
Standard -1	0	0		
Standard -1	0	0		
Standard -2	0.3	3		
Standard -2	0.23	3		
Standard -3	0.55	6		
Standard -3	0.57	6		
Standard -4	0.74	9		
Standard -4	0.77	9		
T3 - 1	0.04		0.37	
T3 - 1	0.04		0.41	
T0 - 1	0.02		0.22	
T0 - 1	0.02		0.21	
T1 - 1	0.04		0.38	
T1 - 1	0.03		0.34	
T1 - 3	0.04		0.38	
T1 - 3	0.04		0.36	
T2 - 1	0.03		0.25	
T2 - 1	0.03		0.24	
T3 - 3	0.04		0.44	
T3 - 3	0.04		0.43	
T0 - 2	0.03		0.27	
T0 - 2	0.03		0.23	
T2 - 2	0.02		0.23	
T2 - 2	0.03		0.25	
T2 - 3	0.03		0.28	
T2 - 3	0.03		0.27	
T0 - 3	0.03		0.24	
T0 - 3	0.02		0.22	
T3 - 2	0.04		0.44	
T3 - 2	0.04		0.42	
T1 - 2	0.04		0.36	
T1 - 2	0.03		0.33	

Batch Run Report

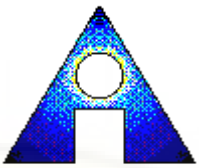


File Name Mg TESIS COMPOST.brt
File Path
Mg
Data starts here

Printed 5/31/2021 2:27:15 PM
Run 5/31/2021 1:56:56 PM
Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0		
Blank	0	0		
Standard -1	-0.01	0		
Standard -1	-0.01	0		
Standard -2	0.2	0.2		
Standard -2	0.16	0.2		
Standard -3	0.34	0.4		
Standard -3	0.32	0.4		
Standard -4	0.53	0.6		
Standard -4	0.55	0.6		
T3 - 1	0.42		0.48	
T3 - 1	0.41		0.47	
T0 - 1	0.13		0.15	
T0 - 1	0.13		0.15	
T1 - 1	0.37		0.42	
T1 - 1	0.31		0.36	
T1 - 3	0.28		0.33	
T1 - 3	0.28		0.32	
T2 - 1	0.27		0.32	
T2 - 1	0.25		0.3	
T3 - 3	0.44		0.5	
T3 - 3	0.42		0.48	
T0 - 2	0.12		0.14	
T0 - 2	0.11		0.13	
T2 - 2	0.28		0.33	
T2 - 2	0.27		0.32	
T2 - 3	0.25		0.3	
T2 - 3	0.26		0.31	
T0 - 3	0.13		0.15	
T0 - 3	0.11		0.13	
T3 - 2	0.44		0.5	
T3 - 2	0.41		0.47	
T1 - 2	0.31		0.35	
T1 - 2	0.31		0.35	

Batch Run Report



File Name Mn TESIS COMPOST.brt
File Path

Mn

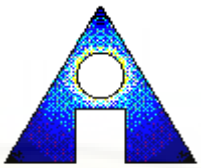
Data starts here

Printed 5/31/2021 1:36:17 PM
Run 5/31/2021 1:22:07 PM

Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0		
Blank	0	0		
Standard -1	0	0		
Standard -1	0.01	0		
Standard -2	0.37	2		
Standard -2	0.38	2		
Standard -3	0.69	4		
Standard -3	0.72	4		
Standard -4	0.99	6		
Standard -4	1.01	6		
T3 - 1	0.05		0.18	
T3 - 1	0.05		0.2	
T0 - 1	0.15		0.8	
T0 - 1	0.15		0.76	
T1 - 1	0.05		0.23	
T1 - 1	0.06		0.26	
T1 - 3	0.06		0.27	
T1 - 3	0.06		0.27	
T2 - 1	0.07		0.35	
T2 - 1	0.07		0.33	
T3 - 3	0.05		0.19	
T3 - 3	0.05		0.16	
T0 - 2	0.15		0.79	
T0 - 2	0.16		0.83	
T2 - 2	0.07		0.36	
T2 - 2	0.07		0.37	
T2 - 3	0.07		0.35	
T2 - 3	0.07		0.34	
T0 - 3	0.15		0.8	
T0 - 3	0.15		0.79	
T3 - 2	0.05		0.21	
T3 - 2	0.05		0.19	
T1 - 2	0.05		0.21	
T1 - 2	0.05		0.2	

Batch Run Report



File Name Cu TESIS COMPOST.brt
File Path

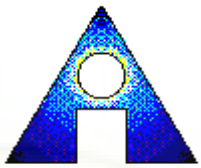
Printed 5/24/2021 11:31:18 AM
Run 5/21/2021 1:06:08 PM

Cu
Data starts here

Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0	-0.04	
Blank	0	0	-0.05	
Standard -1	0	0	-0.06	
Standard -1	0	0	-0.08	
Standard -2	0.23	2	2.08	
Standard -2	0.24	2	2.19	
Standard -3	0.44	4	4.07	
Standard -3	0.45	4	4.11	
Standard -4	0.63	6	5.8	
Standard -4	0.65	6	5.98	
T3 - 1	0.02		0.12	
T3 - 1	0.02		0.11	
T0 - 1	0.03		0.23	
T0 - 1	0.03		0.21	
T1 - 1	0.03		0.19	
T1 - 1	0.03		0.18	
T1 - 3	0.03		0.2	
T1 - 3	0.03		0.19	
T2 - 1	0.03		0.2	
T2 - 1	0.03		0.18	
T3 - 3	0.02		0.1	
T3 - 3	0.02		0.09	
T0 - 2	0.03		0.22	
T0 - 2	0.03		0.23	
T2 - 2	0.03		0.18	
T2 - 2	0.03		0.18	
T2 - 3	0.02		0.13	
T2 - 3	0.02		0.13	
T0 - 3	0.03		0.21	
T0 - 3	0.03		0.2	
T3 - 2	0.02		0.09	
T3 - 2	0.02		0.09	
T1 - 2	0.03		0.18	
T1 - 2	0.03		0.17	

Batch Run Report



File Name Pb TESIS COMPOST.brt
File Path

Printed 6/14/2021 12:05:19 PM
Run 6/14/2021 11:42:33 AM

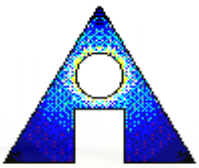
Pb

Data starts here

Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	-0.01	0		
Blank	-0.01	0		
Standard -1	-0.01	0		
Standard -1	-0.01	0		
Standard -2	0.16	5		
Standard -2	0.17	5		
Standard -3	0.28	10		
Standard -3	0.29	10		
Standard -4	0.42	15		
Standard -4	0.42	15		
T0-1	0.04		1.45	
T0-1	0.03		1.21	
T2-2	0.04		1.65	
T2-2	0.04		1.59	
T2-1	0.04		1.62	
T2-1	0.04		1.56	
T1-2	0.04		1.53	
T1-2	0.04		1.55	
T1-1	0.04		1.42	
T1-1	0.04		1.57	
T3-3	0.04		1.6	
T3-3	0.05		1.69	
T0-2	0.04		1.39	
T0-2	0.03		1.24	
T0-3	0.03		1.26	
T0-3	0.04		1.41	
T3-2	0.05		1.7	
T3-2	0.04		1.64	
T3-1	0.05		1.72	
T3-1	0.04		1.63	
T2-3	0.04		1.59	
T2-3	0.04		1.61	
T1-3	0.04		1.51	
T1-3	0.04		1.58	
BLANCO 1	0		0.04	
BLANCO 1	0		0.05	
BLANCO 2	0		0.01	
BLANCO 2	0		0.02	

Batch Run Report



File Name Zn TESIS COMPOST.brt
File Path

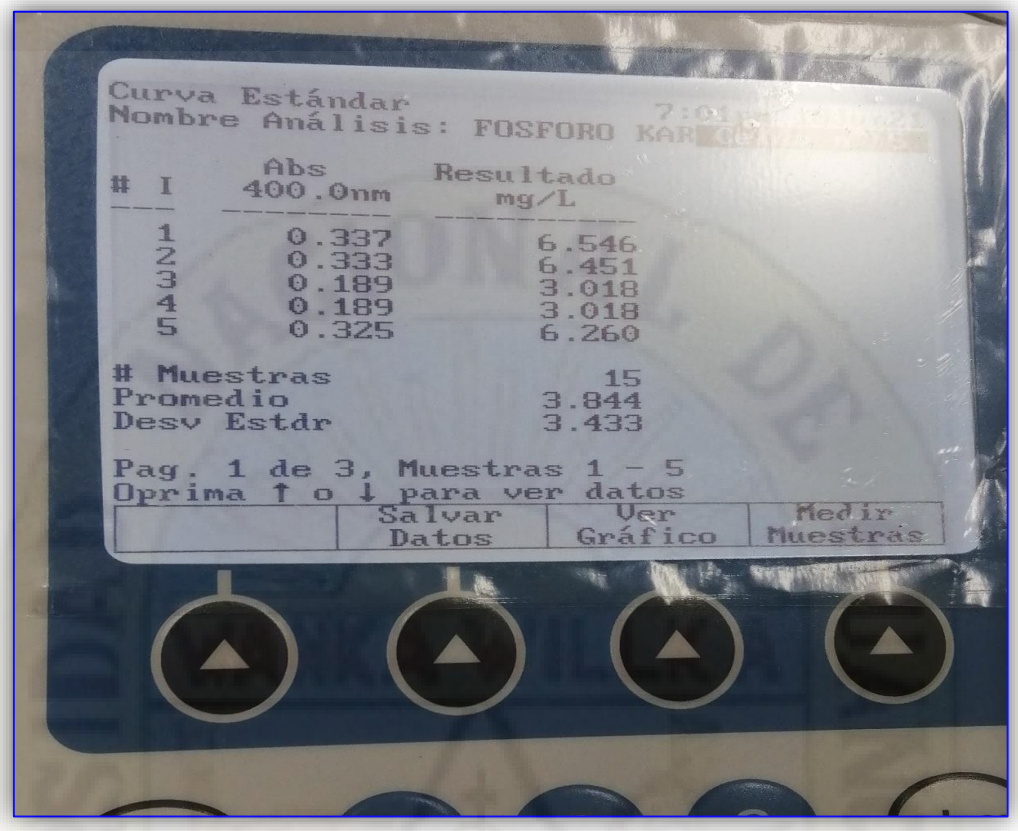
Printed 5/31/2021 12:45:12 PM
Run 5/28/2021 3:22:35 PM

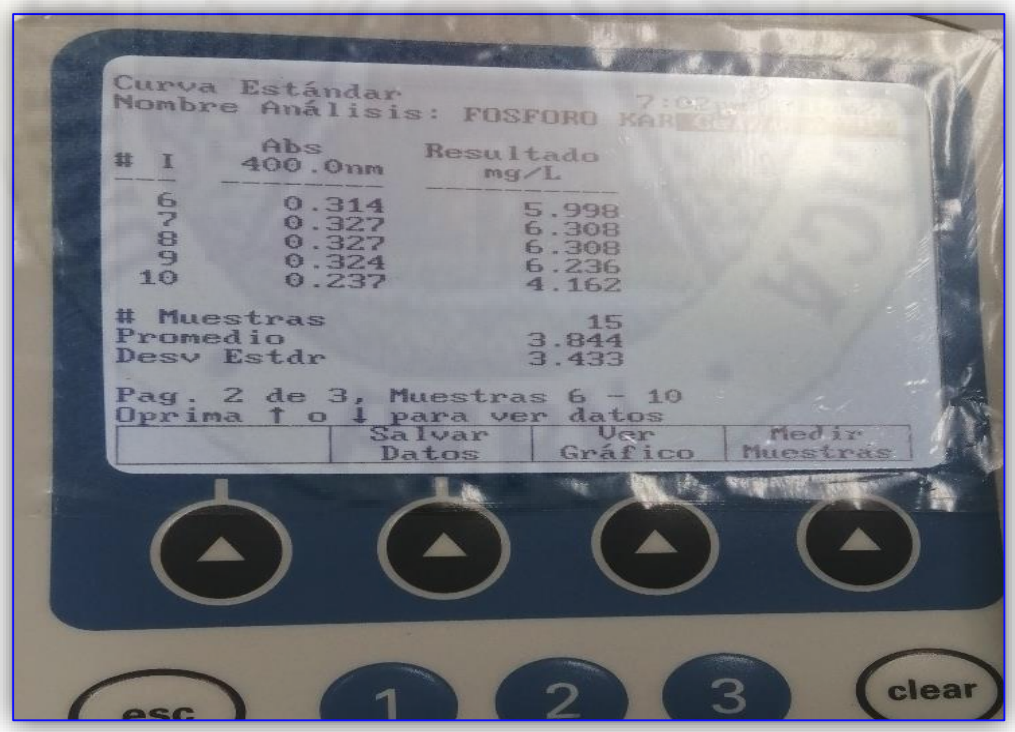
Zn
Data starts here

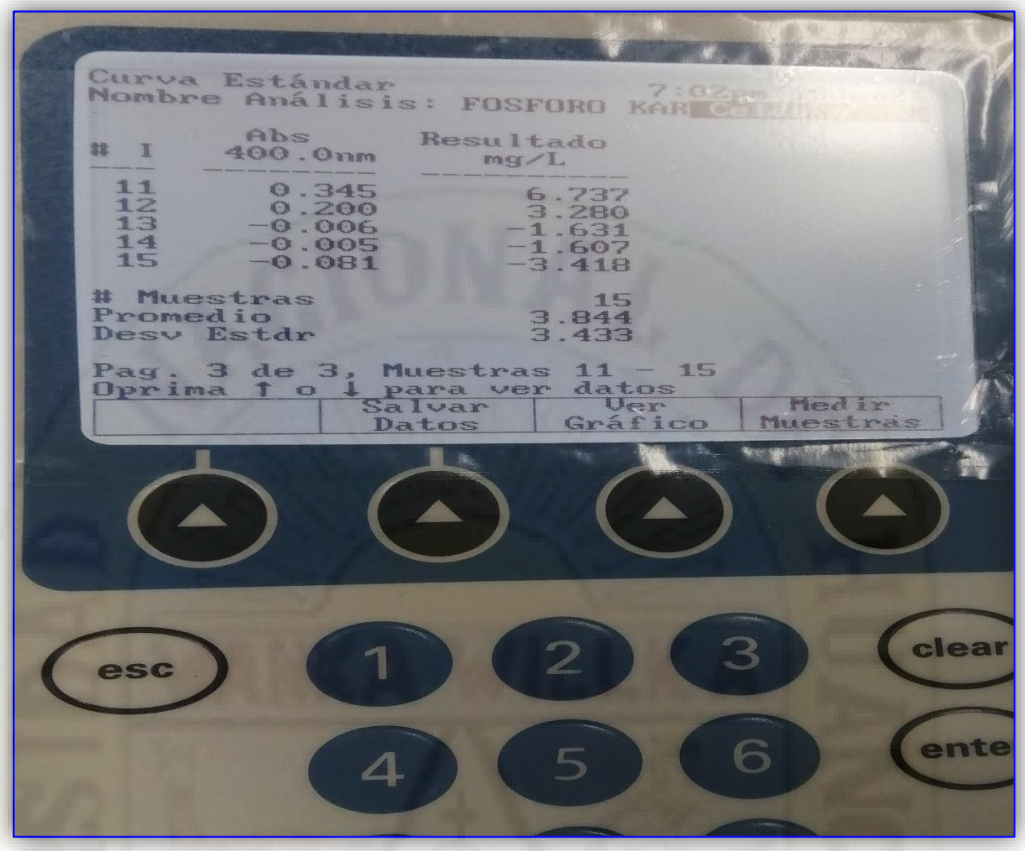
Units mg/L

Sample Name	Abs.	Cal.	Conc.	SampleConc
Blank	0	0	-0.02	
Blank	-0.01	0	-0.02	
Standard -1	0.01	0	0.01	
Standard -1	0	0	0	
Standard -2	0.19	0.4	0.41	
Standard -2	0.2	0.4	0.43	
Standard -3	0.37	0.8	0.81	
Standard -3	0.37	0.8	0.81	
Standard -4	0.54	1.2	1.18	
Standard -4	0.55	1.2	1.19	
T3 - 1	0.07		0.14	
T3 - 1	0.07		0.14	
T0 - 1	0.35		0.75	
T0 - 1	0.34		0.75	
T1 - 1	0.05		0.1	
T1 - 1	0.04		0.09	
T1 - 3	0.04		0.08	
T1 - 3	0.05		0.1	
T2 - 1	0.02		0.03	
T2 - 1	0.02		0.03	
T3 - 3	0.06		0.13	
T3 - 3	0.06		0.13	
T0 - 2	0.34		0.72	
T0 - 2	0.34		0.72	
T2 - 2	0.03		0.05	
T2 - 2	0.03		0.06	
T2 - 3	0.04		0.07	
T2 - 3	0.03		0.07	
T0 - 3	0.34		0.74	
T0 - 3	0.32		0.68	
T3 - 2	0.08		0.16	
T3 - 2	0.07		0.14	
T1 - 2	0.04		0.09	
T1 - 2	0.04		0.07	

RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE FÓSFORO EN EL ESPECTOFOTOMETRO






Curva Estándar
Nombre Análisis: FOSFORO KAR
I
Abs 400.0nm
Resultado mg/L
11 0.345 6.737
12 0.200 3.280
13 -0.006 -1.631
14 -0.005 -1.607
15 -0.081 -3.418
Muestras 15
Promedio 3.844
Desv Estdr 3.433
Pag. 3 de 3, Muestras 11 - 15
Oprima ↑ o ↓ para ver datos
Salvar Datos
Ver Gráfico
Medir Muestras
esc
1
2
3
clear
4
5
6
ente

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T1-1

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:09	21	7.1	60.4	55.2	
2	28/11/20	10:07	31	7.0	58.6	53.2	
3	05/12/20	09:25	39	7.5	57.5	50.5	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	09:47	48	7.8	56.8	48.8	
5	19/12/20	09:52	52	8.0	54.9	46.6	
6	26/12/20	09:38	49	8.0	54.0	43.1	
7	04/01/21	10:05	37	7.8	45.5	42.0	
8	09/01/21	10:10	28	7.5	41.6	40.4	
9	16/01/21	10:15	18	7.5	39.2	37.8	
10	23/01/21	10:01	12	7.0	38.8	33.2	
11	30/01/21	09:55	11	7.5	37.4	31.9	
12	05/02/21	10:21	11	7.5	36.9	29.8	
13	12/02/21	09:53	10	8.0	36.3	27.0	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

TO-2

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:19	20	7.1	60.9	52.8	
2	28/11/20	10:16	29	7.3	56.2	52.0	
3	05/12/20	09:34	36	7.5	57.2	49.9	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	09:51	40	7.6	55.4	48.4	
5	19/12/20	10:04	43	8.0	52.1	45.7	
6	26/12/20	09:46	41	8.0	49.6	42.9	
7	04/01/21	10:15	35	7.5	43.8	40.3	
8	09/01/21	10:17	25	7.5	37.2	39.8	
9	16/01/21	10:21	17	7.5	35.1	36.1	
10	23/01/21	10:08	16	7.0	33.7	32.3	
11	30/01/21	10:03	11	7.5	32.8	29.6	
12	05/02/21	10:29	11	7.0	31.1	27.7	
13	12/02/21	10:02	10	7.0	30.3	23.6	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T0-3

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:27	18	7.0	63.7	52.5	
2	28/11/20	10:25	27	7.1	62.5	51.7	
3	05/12/20	09:41	38	7.3	57.8	49.3	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:03	40	7.6	57.0	48.9	
5	19/12/20	10:11	45	8.0	52.9	45.1	
6	26/12/20	09:53	39	8.0	52.5	40.7	
7	04/01/21	10:20	35	8.0	43.1	39.9	
8	09/01/21	10:23	25	7.5	39.3	39.3	
9	16/01/21	10:35	17	7.5	36.9	36.6	
10	23/01/21	10:14	15	7.0	34.3	33.8	
11	30/01/21	10:11	10	7.5	32.0	28.5	
12	05/02/21	10:36	10	7.5	31.3	27.4	
13	12/02/21	10:08	10	7.5	30.6	24.8	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T2-3

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:35	21	7.0	64.3	54.2	
2	28/11/20	10:32	28	7.5	62.6	50.8	
3	05/12/20	09:54	41	7.5	58.6	49.6	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:11	53	7.7	58.2	48.8	
5	19/12/20	10:19	55	7.8	56.4	47.5	
6	26/12/20	09:59	48	8.0	55.7	43.0	
7	04/01/21	10:27	41	8.0	46.9	42.7	
8	09/01/21	10:30	31	7.5	42.5	42.3	
9	16/01/21	10:41	24	7.0	38.8	38.5	
10	23/01/21	10:22	11	7.5	37.5	34.1	
11	30/01/21	10:19	11	7.5	36.8	31.7	
12	05/02/21	10:41	10	7.0	35.1	30.5	
13	12/02/21	10:16	11	8.0	34.7	26.6	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T3-3

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:44	22	7.1	65.4	58.6	
2	28/11/20	10:40	30	7.5	62.3	57.4	
3	05/12/20	10:07	44	7.5	60.7	55.7	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:19	51	7.8	58.6	52.8	
5	19/12/20	10:26	57	8.0	57.8	48.6	
6	26/12/20	10:08	57	8.0	55.2	43.2	
7	04/01/21	10:35	49	7.5	46.1	42.8	
8	09/01/21	10:36	38	7.5	45.0	42.0	
9	16/01/21	10:47	27	7.5	41.6	38.7	
10	23/01/21	10:30	13	7.0	40.3	34.4	
11	30/01/21	10:26	11	7.5	39.1	32.9	
12	05/02/21	10:48	10	7.5	37.7	31.2	
13	12/02/21	10:23	10	8.5	37.4	28.6	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T0-1

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	10:52	20	7.0	63.1	52.1	
2	28/11/20	10:49	27	7.1	62.6	50.4	
3	05/12/20	10:14	36	7.3	56.8	49.0	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:28	41	7.5	54.5	47.6	
5	19/12/20	10:33	45	8.0	51.8	46.3	
6	26/12/20	10:17	41	7.5	50.2	43.4	
7	04/01/21	10:41	36	8.0	41.7	41.8	
8	09/01/21	10:42	25	8.0	38.7	41.2	
9	16/01/21	10:53	17	7.5	36.3	37.5	
10	23/01/21	10:37	15	7.5	34.1	32.7	
11	30/01/21	10:34	12	7.0	32.5	29.1	
12	05/02/21	10:56	10	7.5	31.4	27.0	
13	12/02/21	10:31	9	7.5	30.8	24.5	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T2 - 1

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:01	20	7.0	64.2	55.7	
2	28/11/20	10:58	28	7.2	63.5	53.5	
3	05/12/20	10:22	43	7.4	57.5	52.2	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:34	53	7.7	56.6	50.6	
5	19/12/20	10:41	57	8.2	55.3	47.9	
6	26/12/20	10:25	51	8.0	53.6	46.5	
7	04/01/21	10:49	43	8.0	46.2	43.3	
8	09/01/21	10:48	32	7.5	39.6	41.9	
9	16/01/21	11:00	24	7.0	37.9	37.7	
10	23/01/21	10:44	12	7.0	36.7	33.3	
11	30/01/21	10:42	10	7.0	35.8	30.8	
12	05/02/21	11:03	10	7.5	34.9	29.5	
13	12/02/21	10:39	12	8.5	34.5	26.1	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T1-2

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:10	22	7.1	63.9	55.4	
2	28/11/20	11:06	30	7.4	63.1	54.6	
3	05/12/20	10:36	40	7.5	57.4	52.9	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:42	48	7.7	55.7	51.6	
5	19/12/20	10:50	55	7.8	54.4	47.1	
6	26/12/20	10:31	49	8.0	53.6	45.5	
7	04/01/21	10:58	38	7.5	45.3	41.2	
8	09/01/21	10:54	29	7.5	42.0	40.7	
9	16/01/21	11:07	18	7.0	40.4	36.9	
10	23/01/21	10:52	11	7.5	38.1	32.7	
11	30/01/21	10:49	10	7.0	36.9	31.1	
12	05/02/21	11:10	12	7.0	36.2	30.2	
13	12/02/21	10:46	9	8.0	35.7	27.8	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T1-3

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:18	22	7.2	64.5	54.5	
2	28/11/20	11:13	31	7.5	63.8	52.2	
3	05/12/20	10:41	42	7.5	58.2	50.7	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:52	50	7.6	57.8	48.0	
5	19/12/20	11:01	54	7.8	55.1	46.8	
6	26/12/20	10:37	49	7.8	54.3	40.4	
7	04/01/21	11:05	37	8.0	48.9	39.8	
8	09/01/21	11:01	29	7.5	46.5	39.3	
9	16/01/21	11:15	19	7.5	41.7	37.4	
10	23/01/21	10:59	11	7.0	38.4	33.0	
11	30/01/21	10:56	10	7.5	37.1	31.5	
12	05/02/21	11:16	11	7.5	35.7	29.6	
13	12/02/21	10:52	10	8.0	35.4	27.5	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T3-1

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:26	22	7.0	65.2	58.4	
2	28/11/20	11:20	30	7.2	64.4	56.2	
3	05/12/20	10:49	43	7.4	62.3	54.8	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	10:58	49	7.8	61.5	51.2	
5	19/12/20	11:12	58	8.1	58.1	48.6	
6	26/12/20	10:42	56	8.5	56.8	43.5	
7	04/01/21	11:12	49	8.0	45.9	42.9	
8	09/01/21	11:09	36	8.0	43.3	42.2	
9	16/01/21	11:22	25	7.5	41.5	38.9	
10	23/01/21	11:06	12	7.0	40.0	34.7	
11	30/01/21	11:02	12	7.5	38.9	32.3	
12	05/02/21	11:22	10	7.5	37.4	31.6	
13	12/02/21	10:59	11	8.5	37.2	28.3	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T3-2

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:34	22	7.1	67.9	57.9	
2	28/11/20	11:29	31	7.5	67.5	55.7	
3	05/12/20	10:57	43	7.5	62.1	54.4	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	11:05	51	7.8	60.9	53.1	
5	19/12/20	11:19	58	8.0	57.3	48.8	
6	26/12/20	10:48	57	8.0	54.7	45.4	
7	04/01/21	11:19	48	8.0	46.4	44.2	
8	09/01/21	11:16	38	7.5	44.6	43.9	
9	16/01/21	11:29	27	7.5	40.9	39.1	
10	23/01/21	11:12	12	7.0	39.4	33.8	
11	30/01/21	11:08	11	7.5	38.5	32.5	
12	05/02/21	11:29	10	7.0	37.2	30.8	
13	12/02/21	11:06	10	8.0	36.9	28.1	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

FICHA DE CONTROL

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA"

TRATAMIENTO:

T2-2

RESPONSABLES:

- CONDORI AYALA, KAROLY LIZBETH
- MANRIQUE QUISPE, NAOMY BRIJHITT

SEMANA	FECHA	HORA	CONTROL DE PARAMETROS				OBSERVACIONES
			TEMPERATURA (ºC)	pH	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	
1	21/11/20	11:32	21	7.0	66.4	54.5	
2	28/11/20	11:37	26	7.5	65.8	53.0	
3	05/12/20	11:06	41	7.4	58.4	52.4	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

4	12/12/20	11:13	52	7.7	57.9	51.2	
5	19/12/20	11:27	55	8.0	55.8	48.5	
6	26/12/20	10:55	48	8.0	55.1	46.6	
7	04/01/21	11:26	41	7.5	45.8	44.1	
8	09/01/21	11:24	31	7.5	39.5	42.8	
9	16/01/21	11:35	24	7.0	38.1	38.2	
10	23/01/21	11:19	11	7.5	37.3	32.6	
11	30/01/21	11:16	11	7.0	36.6	31.4	
12	05/02/21	11:34	10	7.5	35.3	30.7	
13	12/02/21	11:11	12	8.5	35.2	26.3	

CORREO: nmanriquequispe@gmail.com
TELF: 987017838

CORREO: karolylizbethcondoriayala@gmail.com
TELF: 982397020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

DATOS DE CONTROL DE LABORATORIO DEL PARAMETRO DE HUMEDAD				
	TRATAMIENTO	**PESO DE SOBRE (Ws)**	**PESO MUESTRA HUMEDA (a)**	**PESO MUESTRA HUMEDA + SOBRE (Ws+a)**
SEMANA 1	T1-3	8.8319	417.13	425.96
	T2-2	8.7979	397.36	406.16
	T3-2	8.7943	452.19	460.98
	T2-1	8.8264	514.82	523.65
	T3-1	8.8224	494.87	503.69
	T3-3	8.8212	498.47	507.29
	T0-3	8.8106	477.45	486.26
	T1-1	8.7937	462.75	471.54
	T1-2	8.8497	474.52	483.37
	T2-3	8.8006	417.76	426.56
	T0-1	8.7784	549.50	558.28
	T0-2	8.8067	442.14	450.95
SEMANA 2	T1-2	3.77	185.66	189.43
	T1-3	3.62	189.98	193.60
	T3-1	3.63	178.48	182.11
	T3-3	3.74	198.49	202.23
	T3-2	3.58	185.49	189.07
	T0-1	3.57	214.77	218.34
	T0-2	3.78	234.89	238.67
	T2-1	3.60	231.64	235.24
	T0-3	3.57	295.89	299.46
	T1-1	3.80	205.15	208.95
	T2-2	3.61	187.33	190.94
	T2-3	3.56	255.72	259.28
SEMANA 3	T1-2	3.73	471.54	256.51
	T1-3	3.76	483.37	256.63
	T3-1	3.70	426.56	274.07
	T3-3	3.89	558.28	289.83
	T3-2	3.72	450.95	267.17
	T0-1	3.75	189.43	256.26
	T0-2	3.88	193.60	272.75
	T2-1	3.87	182.11	260.06
	T0-3	3.89	202.23	310.97
	T1-1	3.87	189.07	256.62
	T2-2	3.66	218.34	283.40
	T2-3	3.90	238.67	252.49

DATOS DE CONTROL DE LABORATORIO DEL PARAMETRO DE HUMEDAD				
SEMANA 4	T1-2	3.66	235.24	286.41
	T1-3	3.64	299.46	274.97
	T3-1	3.72	208.95	277.46
	T3-3	3.65	190.94	265.17
	T3-2	3.65	259.28	289.26
	T0-1	3.61	256.51	275.67
	T0-2	3.68	256.63	307.47
	T2-1	3.70	274.07	308.12
	T0-3	3.61	289.83	291.20
	T1-1	3.77	267.17	363.65
	T2-2	3.70	256.26	343.10
	T2-3	3.61	272.75	281.91
SEMANA 5	T1-2	4.61	212.26	216.87
	T1-3	4.59	205.43	210.02
	T3-1	4.60	196.22	200.82
	T3-3	4.62	239.02	243.64
	T3-2	4.56	201.16	205.72
	T0-1	4.55	210.17	214.72
	T0-2	4.49	204.50	208.99
	T2-1	4.60	216.97	221.57
	T0-3	4.58	195.65	200.23
	T1-1	4.60	209.34	213.94
	T2-2	4.57	223.61	228.18
	T2-3	4.53	207.14	211.67
SEMANA 6	T1-2	3.54	271.96	275.50
	T1-3	3.54	268.79	272.33
	T3-1	3.89	271.91	275.80
	T3-3	3.56	306.91	310.47
	T3-2	3.75	280.38	284.13
	T0-1	3.63	279.56	283.19
	T0-2	3.82	348.14	351.96
	T2-1	3.76	270.75	274.51
	T0-3	3.58	247.91	251.49
	T1-1	3.56	288.72	292.28
	T2-2	3.61	215.07	218.68
	T2-3	3.56	280.16	283.72
	T1-3	3.75	184.60	188.35
	T2-2	3.62	187.89	191.51
	T3-2	3.63	185.46	189.09
	T2-1	3.71	193.52	197.23



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA



DATOS DE CONTROL DE LABORATORIO DEL PARAMETRO DE HUMEDAD				
SEMANA 7	T3-1	3.56	185.49	189.05
	T3-3	3.55	189.72	193.27
	T0-3	3.76	231.18	234.94
	T1-1	3.62	231.64	235.26
	T1-2	3.59	293.75	297.34
	T2-3	3.78	211.08	214.86
	T0-1	3.61	185.31	188.92
	T0-2	3.54	252.68	256.22
SEMANA 8	T1-2	3.7	210.62	214.32
	T1-3	3.78	165.87	169.65
	T3-1	3.6	180.23	183.83
	T3-3	3.69	208.55	212.24
	T3-2	3.72	185.87	189.59
	T0-1	3.56	222.12	225.68
	T0-2	3.89	196.52	200.41
	T2-1	3.68	191.48	195.16
	T0-3	3.5	265.68	269.18
	T1-1	3.75	210.22	213.97
	T2-2	3.59	189.45	193.04
	T2-3	3.96	247.58	251.54
SEMANA 9	T1-2	3.7	208.41	212.11
	T1-3	3.68	183.72	187.40
	T3-1	3.72	182.25	185.97
	T3-3	3.91	201.88	205.79
	T3-2	3.7	187.36	191.06
	T0-1	3.75	228.69	232.44
	T0-2	3.88	162.68	166.56
	T2-1	3.83	187.75	191.58
	T0-3	3.89	295.51	299.40
	T1-1	3.85	216.30	220.15
	T2-2	3.62	192.85	196.47
	T2-3	3.78	208.15	211.93

DATOS DE CONTROL DE LABORATORIO DEL PARAMETRO DE HUMEDAD				
SEMANA 10	T1-2	3.6	213.18	216.78
	T1-3	3.59	209.63	213.22
	T3-1	3.25	189.74	192.99
	T3-3	3.65	242.25	245.90
	T3-2	3.65	209.58	213.23
	T0-1	3.61	207.00	210.61
	T0-2	3.68	214.47	218.15
	T2-1	3.85	210.87	214.72
	T0-3	3.61	189.52	193.13
	T1-1	3.63	207.35	210.98
	T2-2	3.91	215.78	219.69
	T2-3	3.78	207.14	210.92
SEMANA 11	T1-2	3.75	268.85	272.60
	T1-3	3.59	251.56	255.15
	T3-1	3.87	189.25	193.12
	T3-3	3.52	301.74	305.26
	T3-2	3.83	275.36	279.19
	T0-1	3.75	286.81	290.56
	T0-2	3.8	275.18	278.98
	T2-1	3.81	301.12	304.93
	T0-3	3.56	189.26	192.82
	T1-1	3.40	280.75	284.15
	T2-2	3.68	212.00	215.68
	T2-3	3.72	300.58	304.30
SEMANA 12	T1-2	4.64	217.59	222.23
	T1-3	3.62	213.58	217.20
	T3-1	4.58	245.26	249.84
	T3-3	4.26	238.78	243.04
	T3-2	4.85	247.21	252.06
	T0-1	4.53	208.44	212.97
	T0-2	3.85	204.50	208.35
	T2-1	4.58	216.85	221.43
	T0-3	4.69	242.25	246.94
	T1-1	4.36	221.52	225.88
	T2-2	4.72	205.56	210.28
	T2-3	3.89	210.85	214.74

DATOS DE CONTROL DE LABORATORIO DEL PARAMETRO DE MATERIA ORGANICA

	TRATAMIENTO	PESO DEL CRISOL (Wc)	PESO DE MUESTRA SECA (a)
SEMANA 1	T2-1	39.2499	10
	T2-1	36.0906	10
	T1-2	35.8234	10
	T1-2	35.2613	10
	T0-3	36.8256	10
	T0-3	38.0608	10
	T2-2	37.5062	10
	T2-2	35.0139	10
	T3-3	34.7703	10
	T3-3	36.3637	10
	T3-2	34.9125	10
	T3-2	36.3462	10
	T1-3	35.2217	10
	T1-3	34.4164	10
	T0-2	36.8686	10
	T0-2	34.3181	10
	T2-3	37.9209	10
	T2-3	34.7020	10
	T3-1	37.9028	10
	T3-1	36.6115	10
	T1-1	36.3914	10
	T1-1	35.6922	10
	T0-1	36.1461	10
	T0-1	35.0397	10
SEMANA 2	T1-2	38.2495	10
	T1-2	37.1452	10
	T1-3	36.8245	10
	T1-3	35.2613	10
	T3-1	36.8256	10
	T3-1	36.3637	10
	T3-3	37.9028	10
	T3-3	36.6115	10
	T3-2	35.6922	10
	T3-2	36.3914	10
	T0-1	35.2217	10
	T0-1	34.4164	10
	T0-2	36.1461	10
	T0-2	35.0397	10
	T2-1	36.3462	10
	T2-1	35.0139	10

	T0-3	37.9209	10
	T0-3	34.9125	10
	T1-1	36.8686	10
	T1-1	34.3181	10
	T2-2	34.7703	10
	T2-2	34.7020	10
	T2-3	37.5062	10
	T2-3	38.0608	10
SEMANA 3	T1-2	34.2982	10
	T1-2	35.6714	10
	T1-3	35.1993	10
	T1-3	36.3693	10
	T3-1	34.8919	10
	T3-1	38.0387	10
	T3-3	34.4523	10
	T3-3	35.4856	10
	T3-2	35.2325	10
	T3-2	36.8952	10
	T0-1	36.8978	10
	T0-1	33.5236	10
	T0-2	33.1253	10
	T0-2	34.3961	10
	T2-1	35.258	10
	T2-1	36.5863	10
	T0-3	33.0678	10
	T0-3	33.3456	10
	T1-1	34.8077	10
	T1-1	35.0256	10
	T2-2	34.9896	10
	T2-2	34.6763	10
	T2-3	35.3698	10
	T2-3	35.8812	10
	T1-2	35.0200	10
	T1-2	36.3424	10
	T1-3	34.9891	10
	T1-3	34.2988	10
	T3-1	37.6748	10
	T3-1	38.0396	10
	T3-3	37.8956	10
	T3-3	36.2413	10
	T3-2	39.2281	10
	T3-2	36.3698	10
	T0-1	36.5906	10

SEMANA 4	T0-1	34.6818	10
	T0-2	34.8929	10
	T0-2	36.3253	10
	T2-1	37.8563	10
	T2-1	35.8248	10
	T0-3	34.3956	10
	T0-3	34.2016	10
	T1-1	34.4889	10
	T1-1	34.7852	10
	T2-2	35.8044	10
	T2-2	36.5925	10
	T2-3	35.9394	10
	T2-3	36.8445	10
SEMANA 5	T1-2	35.5614	10
	T1-2	36.3225	10
	T1-3	36.1278	10
	T1-3	37.5562	10
	T3-1	36.2036	10
	T3-1	36.3863	10
	T3-3	34.7526	10
	T3-3	34.8951	10
	T3-2	34.4526	10
	T3-2	34.5896	10
	T0-1	34.8963	10
	T0-1	34.7895	10
	T0-2	35.5863	10
	T0-2	36.8040	10
	T2-1	35.5896	10
	T2-1	36.8963	10
	T0-3	35.5628	10
	T0-3	34.3856	10
	T1-1	35.2569	10
	T1-1	34.8526	10
	T2-2	36.3259	10
	T2-2	34.2658	10
	T2-3	37.8563	10
	T2-3	36.5236	10
	T1-2	37.8563	10
	T1-2	34.7524	10
	T1-3	35.8536	10
	T1-3	36.7256	10
	T3-1	37.9277	10
	T3-1	37.0148	10
	T3-3	38.7425	10
	T3-3	39.2558	10

SEMANA 6	T3-2	35.8268	10
	T3-2	37.9074	10
	T0-1	34.7888	10
	T0-1	34.3536	10
	T0-2	35.3945	10
	T0-2	34.6796	10
	T2-1	35.9875	10
	T2-1	34.0482	10
	T0-3	34.7052	10
	T0-3	36.3491	10
	T1-1	34.4200	10
	T1-1	36.9515	10
	T2-2	36.8716	10
	T2-2	35.0433	10
	T2-3	36.8278	10
	T2-3	34.7736	10
SEMANA 7	T2-1	34.2849	10
	T2-1	35.4123	10
	T1-2	35.8541	10
	T1-2	35.2639	10
	T0-3	34.7521	10
	T0-3	34.0854	10
	T2-2	36.5892	10
	T2-2	35.0139	10
	T3-3	34.7703	10
	T3-3	36.3637	10
	T3-2	34.9125	10
	T3-2	36.3462	10
	T1-3	35.2217	10
	T1-3	34.4164	10
	T0-2	34.7452	10
	T0-2	34.3181	10
	T2-3	35.9785	10
	T2-3	36.7420	10
	T3-1	37.4756	10
	T3-1	36.6115	10
	T1-1	36.3914	10
	T1-1	35.6922	10
	T0-1	36.1448	10
	T0-1	34.2265	10
	T1-2	37.2569	10
	T1-2	36.0845	10
	T1-3	35.7458	10
	T1-3	35.8954	10
	T3-1	37.8426	10
	T3-1	37.8754	10
	T3-3	38.5426	10
	T3-3	38.6178	10

SEMANA 8	T3-2	36.7456	10
	T3-2	36.4752	10
	T0-1	34.2456	10
	T0-1	34.7495	10
	T0-2	35.1756	10
	T0-2	35.0752	10
	T2-1	36.7526	10
	T2-1	35.0139	10
	T0-3	37.9209	10
	T0-3	34.9125	10
	T1-1	36.8686	10
	T1-1	34.3181	10
	T2-2	34.7703	10
	T2-2	34.7020	10
	T2-3	37.5067	10
	T2-3	38.0478	10
SEMANA 9	T1-2	34.2758	10
	T1-2	34.5889	10
	T1-3	35.8741	10
	T1-3	36.7456	10
	T3-1	37.2548	10
	T3-1	38.7845	10
	T3-3	37.0174	10
	T3-3	36.5895	10
	T3-2	35.7421	10
	T3-2	36.8485	10
	T0-1	34.8941	10
	T0-1	35.3214	10
	T0-2	35.1247	10
	T0-2	34.3754	10
	T2-1	35.2398	10
	T2-1	37.4840	10
	T0-3	36.2587	10
	T0-3	36.3589	10
	T1-1	35.8745	10
	T1-1	36.8047	10
	T2-2	35.9147	10
	T2-2	34.6826	10
	T2-3	38.2189	10
	T2-3	38.8814	10
	T1-2	34.7569	10
	T1-2	34.1485	10
	T1-3	35.8485	10
	T1-3	35.7476	10
	T3-1	35.6896	10
	T3-1	35.2759	10
	T3-3	37.8412	10
	T3-3	37.2476	10

SEMANA 10	T3-2	38.2789	10
	T3-2	38.3714	10
	T0-1	34.7469	10
	T0-1	34.7426	10
	T0-2	35.2841	10
	T0-2	35.4756	10
	T2-1	36.8963	10
	T2-1	37.2561	10
	T0-3	34.3564	10
	T0-3	35.2478	10
	T1-1	37.4875	10
	T1-1	36.8742	10
	T2-2	35.7785	10
	T2-2	36.1863	10
	T2-3	35.7528	10
	T2-3	36.7427	10
SEMANA 11	T1-2	36.8756	10
	T1-2	36.4852	10
	T1-3	35.1247	10
	T1-3	35.6725	10
	T3-1	36.3424	10
	T3-1	36.3782	10
	T3-3	35.5947	10
	T3-3	35.2478	10
	T3-2	39.2986	10
	T3-2	38.8745	10
	T0-1	34.9158	10
	T0-1	34.2114	10
	T0-2	38.2249	10
	T0-2	37.4526	10
	T2-1	34.7725	10
	T2-1	35.2896	10
	T0-3	37.8824	10
	T0-3	36.3748	10
	T1-1	35.7526	10
	T1-1	34.6874	10
	T2-2	37.4875	10
	T2-2	36.8425	10
	T2-3	37.0392	10
	T2-3	36.3696	10
	T1-2	37.4528	10
	T1-2	36.2589	10
	T1-3	35.2447	10
	T1-3	35.3645	10
	T3-1	37.9241	10
	T3-1	36.0122	10
	T3-3	37.5096	10
	T3-3	37.2643	10

SEMANA 12	T3-2	36.8242	10
	T3-2	37.907	10
	T0-1	36.3963	10
	T0-1	35.2478	10
	T0-2	36.3555	10
	T0-2	36.7883	10
	T2-1	35.9871	10
	T2-1	35.0474	10
	T0-3	34.7052	10
	T0-3	34.3475	10
	T1-1	35.0042	10
	T1-1	35.1151	10
	T2-2	36.8895	10
	T2-2	36.0411	10
	T2-3	36.8292	10
	T2-3	36.7125	10

PROYECTO DE TESIS:

"INFLUENCIA DE LOS HONGOS SAPROFITOS (HUMÍCOLAS Y LIGNÍCOLAS) EN EL TIEMPO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO CENTRAL DE HUANCAVELICA "

TRATAMIENTO	REPETICION	REPETICION 2	TIEMPO DE PRODUCCION (dias)	HUMEDAD (%)	MATERIA ORGANICA (%)	CE (dS/m)	pH	FOSFORO (%)	POTASIO (%)	CALCIO (%)	MAGNESIO (%)	HIERRO (ppm)	MANGANESO (ppm)	COBRE (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)
T0	T0-1	T0-1	98	30.69	24.24	2.74	7.66	0.33	0.13	14.63	0.38	22.0	0.80	0.23	1.42	0.75
		T0-1							0.16	13.22	0.38	21.0	0.76	0.21	1.18	0.75
	T0-2	T0-2	96	29.92	23.36	2.75	7.68	0.32	0.19	13.44	0.35	27.0	0.79	0.22	1.36	0.72
		T0-2							0.25	14.66	0.33	23.0	0.83	0.23	1.21	0.72
	T0-3	T0-3	95	30.52	24.25	2.73	7.66	0.30	0.19	13.63	0.38	24.0	0.80	0.21	1.23	0.74
		T0-3							0.25	14.09	0.33	22.0	0.79	0.20	1.38	0.68
T1	T1-1	T1-1	89	35.82	26.79	4.24	8.33	0.63	0.78	15.31	1.05	38.0	0.23	0.19	1.39	0.10
		T1-1							0.78	15.50	0.90	34.0	0.26	0.18	1.54	0.09
	T1-2	T1-2	88	35.47	27.37	4.21	8.31	0.62	0.63	15.53	0.88	36.0	0.21	0.18	1.50	0.09
		T1-2							0.69	14.69	0.88	33.0	0.20	0.17	1.52	0.07
	T1-3	T1-3	87	35.07	27.16	4.23	8.38	0.62	0.59	15.19	0.83	38.0	0.27	0.20	1.48	0.08
		T1-3							0.63	15.38	0.80	36.0	0.27	0.19	1.55	0.10
T2	T2-1	T2-1	90	34.38	25.76	4.01	8.48	0.60	1.19	16.75	0.80	25.0	0.35	0.20	1.59	0.03
		T2-1							1.19	16.66	0.75	24.0	0.33	0.18	1.53	0.03
	T2-2	T2-2	93	34.74	25.91	3.96	8.44	0.61	0.97	16.69	0.83	23.0	0.36	0.18	1.62	0.05
		T2-2							1.00	16.63	0.80	25.0	0.37	0.18	1.56	0.06
	T2-3	T2-3	91	34.22	26.70	3.99	8.45	0.63	1.06	16.84	0.75	28.0	0.35	0.13	1.56	0.07
		T2-3							1.09	16.72	0.78	27.0	0.34	0.13	1.58	0.07
T3	T3-1	T3-1	85	37.00	28.14	4.55	8.53	0.63	1.66	18.59	1.20	37.0	0.18	0.12	1.69	0.14
		T3-1							1.66	18.38	1.18	41.0	0.20	0.11	1.60	0.14
	T3-2	T3-2	82	36.41	27.79	4.52	8.51	0.65	1.47	18.25	1.25	44.0	0.21	0.09	1.67	0.16
		T3-2							1.75	18.22	1.18	42.0	0.19	0.09	1.61	0.14
	T3-3	T3-3	80	36.78	28.76	4.49	8.54	0.63	1.50	18.34	1.25	44.0	0.19	0.10	1.57	0.13
		T3-3							1.47	18.53	1.20	43.0	0.16	0.09	1.66	0.13

PANEL FOTOGRÁFICO

TRASLADO, ACONDICIONAMIENTO Y ARMADO DE LAS COMPOSTERAS

Fotografía 1

Traslado de las composteras a la PVRSO de la Municipalidad Distrital de Huancavelica



Fotografía 2

Descargado de las composteras en la PVRSO – Callqui Chico





Fotografía 3

Acondicionamiento del área de investigación con plástico transparente



Fotografía 4

Instalación de las composteras en el área de investigación - PVRSO



Fotografía 5

Descarga de residuos sólidos orgánicos en el área de investigación - PVRSO



Fotografía 6

Trituración de los residuos solidos orgánicos



Fotografía 7

Adición de hojas secas en la base de las composteras



Fotografía 8

Agregado de residuos sólidos orgánicos triturados a las composteras



Fotografía 9

Vaciado de tierra y distribución homogénea por toda la compostera





Fotografía 10

Vaciado de hojas secas en las composteras





CONTROL DE PARAMETROS Y TOMA DE MUESTRAS

Fotografía 11

Primera medición del parámetro de temperatura (°C) en los tratamientos





Fotografía 12

Primera medición de pH en los tratamientos



Fotografía 13

Segunda medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH en los tratamientos





Fotografía 14

Segunda medición de los parámetros de temperatura y pH del tratamiento T3-3



Fotografía 15

Tercera medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH de los tratamientos





Fotografía 16

Tratamientos y sus respectivas repeticiones



Fotografía 17

Toma de la primera muestra de los tratamientos, técnica del cuarteo





Fotografía 18

Etiquetado de las muestras y colocación en el cooler



Fotografía 19

Quinta medición de los parámetros de temperatura (°C) y pH de los tratamientos





Fotografía 20

Tratamientos y sus respectivas repeticiones



Fotografía 21

S*egunda toma de muestras mediante la técnica del cuarteo*



Fotografía *22*

Pesado de las muestras



Fotografía 23

Embolsado de las muestras



Fotografía 24

Etiquetado de las muestras en el cooler



Fotografía 25

Sexta medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T0-3



Fotografía 26

Sexta medición del parámetro de pH del tratamiento T3-1



Fotografía 27

Tratamientos y sus respectivas repeticiones



Fotografía 28

Octava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T1-1



Fotografía 29

Octava medición del parámetro de pH del tratamiento T2-2



Fotografía 30

Octava medición de la temperatura (°C)





Fotografía 31 *Treceava toma de muestras de los tratamientos*	**Fotografía 32** *Pesado de las muestras de los tratamientos*
	
Fotografía 33 *Muestras en el cooler*	**Fotografía 34** *Etiquetado de las muestras*
	

Fotografía 35

Embolsado de las muestras de los tratamientos



Fotografía 36

Colocado de la gigantografía del proyecto de investigación



Fotografía 37

Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T3-3



Fotografía 38

Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T2-1



Fotografía 39

Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T2-1



Fotografía 40

Doceava medición del parámetro de temperatura (°C) del tratamiento T1-1



SIEMBRA, PREPARACION DEL SUTRATO Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS HONGOS

Fotografía 41

Cortado y esterilización del sustrato para la siembra de los hongos





Fotografía 42

Embolsado del sustrato para la siembra de los hongos en bolsas plásticas

Fotografía 43

Pesado del sustrato para la siembra de los hongos





Fotografía 44

Desinfección del área de siembra de los hongos





Fotografía 45

Siembra y embolsado de los hongos lignícolas





Fotografía 46

Desembolsado del sustrato para la siembra de los hongos humícolas





Fotografía 47

Sembrado de los hongos humícolas en el sustrato



Fotografía 48

Adición de los hongos lignícolas y humícolas en las composteras





Fotografía 49

Colocado de plásticos transparentes en las composteras para la proteccion de los hongos



Fotografía 50

Regado de las composteras para mantener la humedad



ANALISIS DE MATERIA ORGANICA Y HUMEDAD EN EL LABORATORIO

Fotografía 51

Pesado de los sobres manila



Fotografía 52

Vaciado de las muestras a los sobres manila



Fotografía 53

Pesado de las muestras y primer análisis de humedad de los tratamientos





Fotografía 54

Trituración de las muestras en el mortero



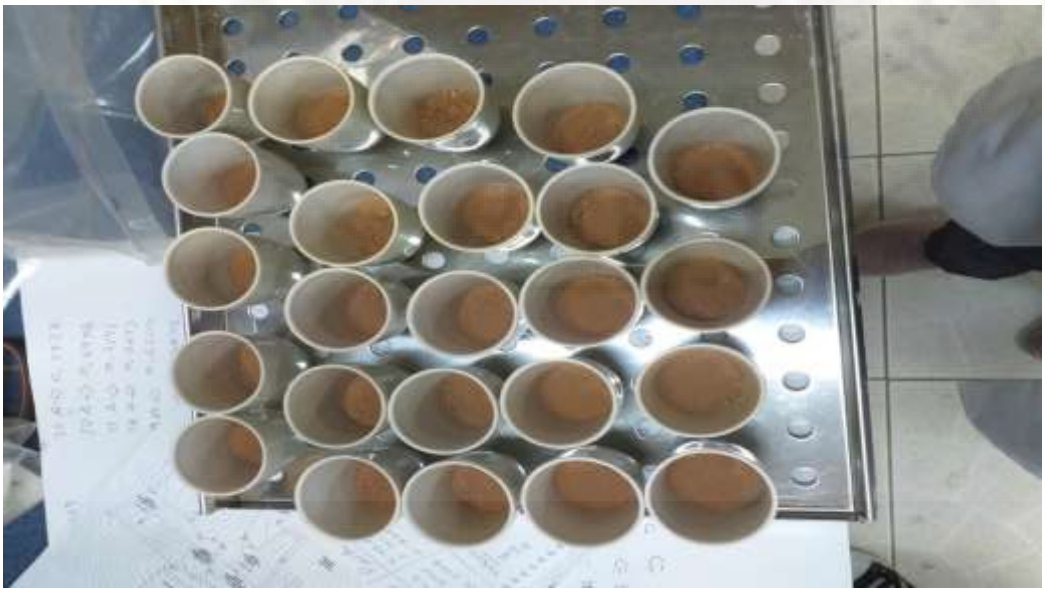
Fotografía 55

Pesado de las muestras para el primer análisis de materia orgánica



Fotografía 56

Muestras calcinadas, primer análisis de materia orgánica



Fotografía 57

Segundo análisis de humedad de los tratamientos





Fotografía 58

Segundo análisis de humedad de los tratamientos



Fotografía 59

Pesado de las muestras para el segundo análisis de materia orgánica



Fotografía 60

Colocado de las muestras en la mufla para el análisis de materia orgánica



Fotografía 61

Segundo análisis de materia orgánica



Fotografía 62

Pesado de las muestras para el tercer análisis de humedad de los tratamientos





Fotografía 63

Tercer análisis de humedad de los tratamientos



Fotografía 64

Tercer análisis de materia orgánica de las muestras





Fotografía 65

Muestras pesadas para el tercer análisis de materia orgánica de los tratamientos



ANALISIS DEL COMPOST FINAL

Fotografía 66

Pesado y secado de las muestras para el análisis final del compost





Fotografía 67

Muestras secas para el análisis de los diferentes parámetros



Fotografía 68

Pesado de las muestras para el análisis de la conductividad eléctrica y pH





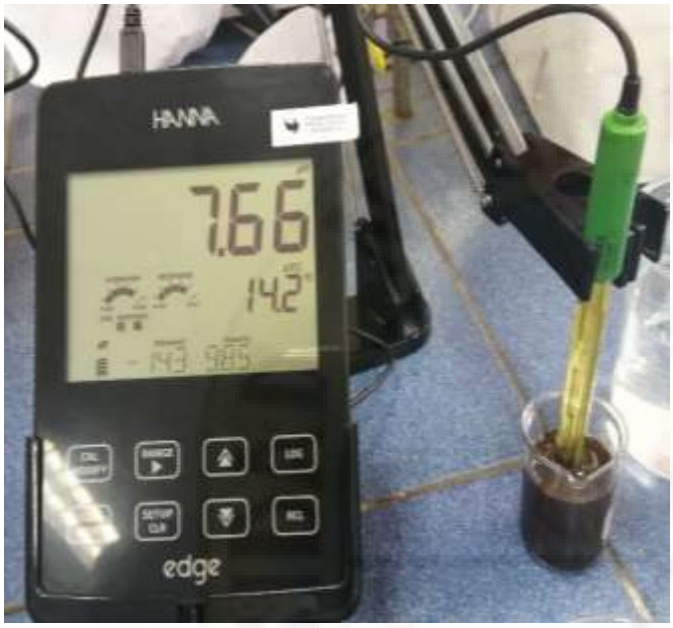
Fotografía 69

Agitado de muestras para el análisis de los parámetros de conductividad eléctrica y pH



Fotografía 70

Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T0-3



Fotografía 71

Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T1-2



Fotografía 72

Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T3-3



Fotografía 73

Análisis final del parámetro de pH del tratamiento T2-1



Fotografía 74

Análisis de la conductividad eléctrica del tratamiento T2-2



Fotografía 75

Análisis de la conductividad eléctrica del tratamiento T1-2



Fotografía 76

Análisis de la conductividad eléctrica del tratamiento T0-2



Fotografía 77

Análisis de la conductividad eléctrica del tratamiento T3-1



Fotografía 78

Vaciado y trituración de las muestras para el análisis de materia inerte





Fotografía 79

Tamizado de las muestras para el análisis de materia inerte





Fotografía 80

Pesado de terrones y piedras del tratamiento T3-2



Fotografía 81

Pesado de plásticos flexibles del tratamiento T2-2



Fotografía 82

Pesado de vidrio del tratamiento T3-3



Fotografía 83

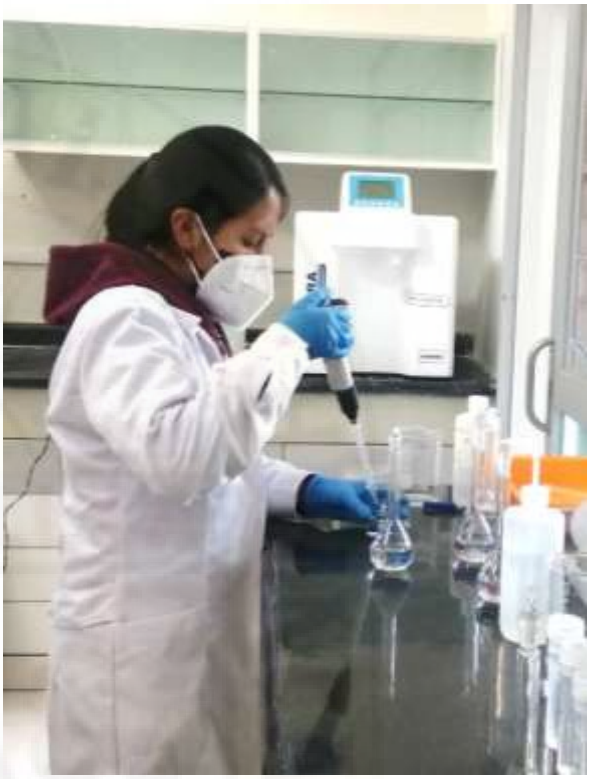
Pesado de métales del tratamiento T3-1



Fotografía 84

Preparación de los estándares para el análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica





Fotografía 85

Preparación de los diferentes estándares



Fotografía 86

Encendido del espectrofotómetro y del Software A11300



Fotografía 87

Preparación de la solución Meilch



Fotografía 88

Preparación de muestras para análisis de Cu, Mg, Mn, Zn y Fe



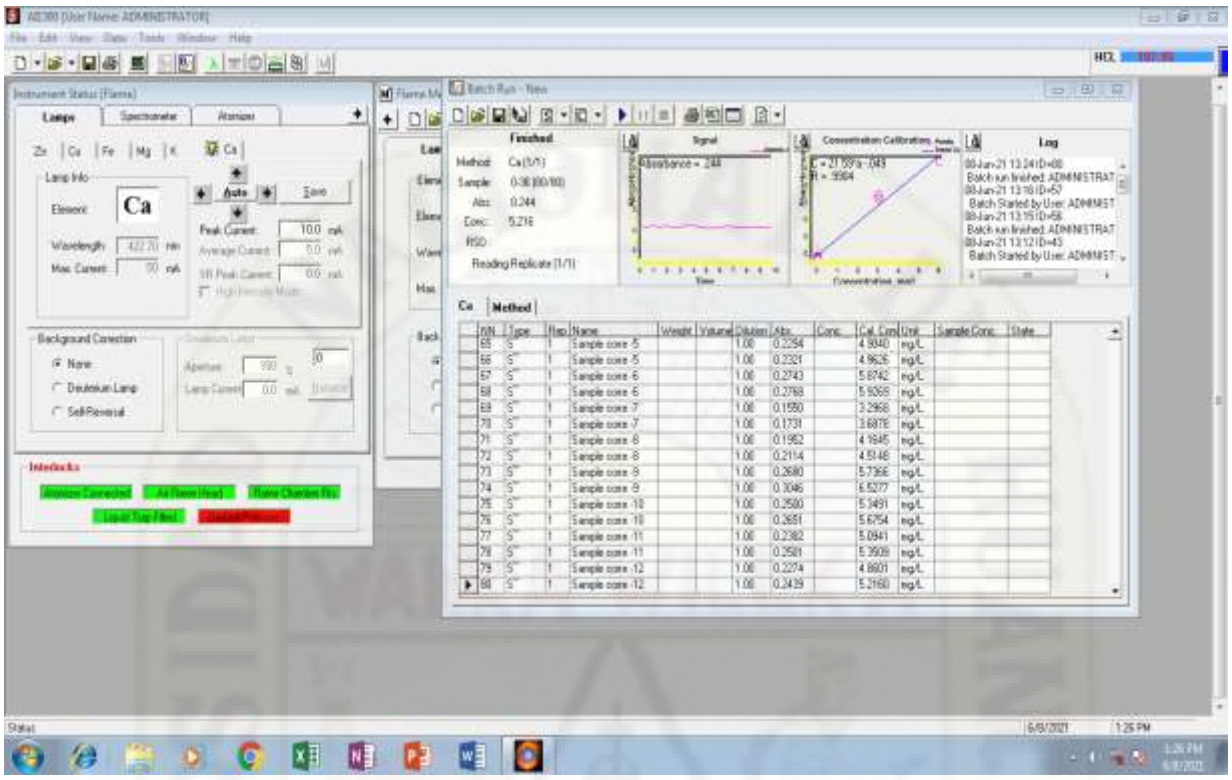
Fotografía 89

Calibración y lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica



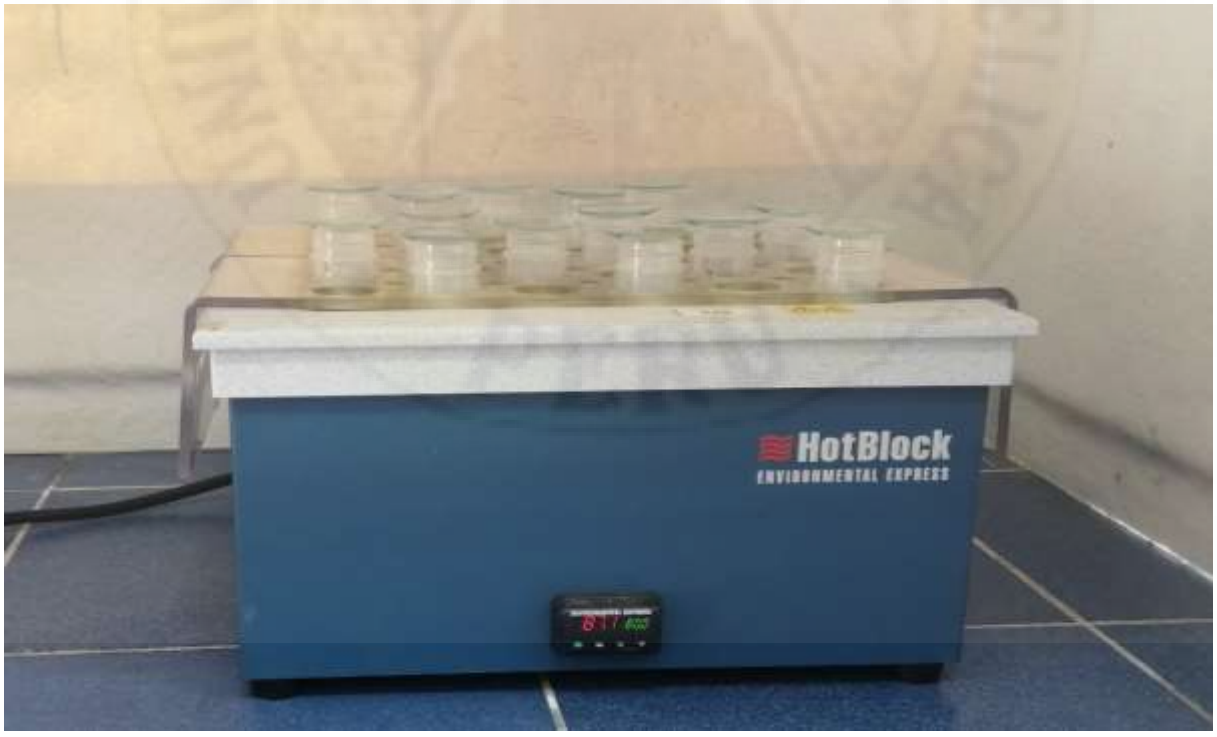
Fotografía 90

Resultados del espectrofotómetro de absorción atómica de Ca



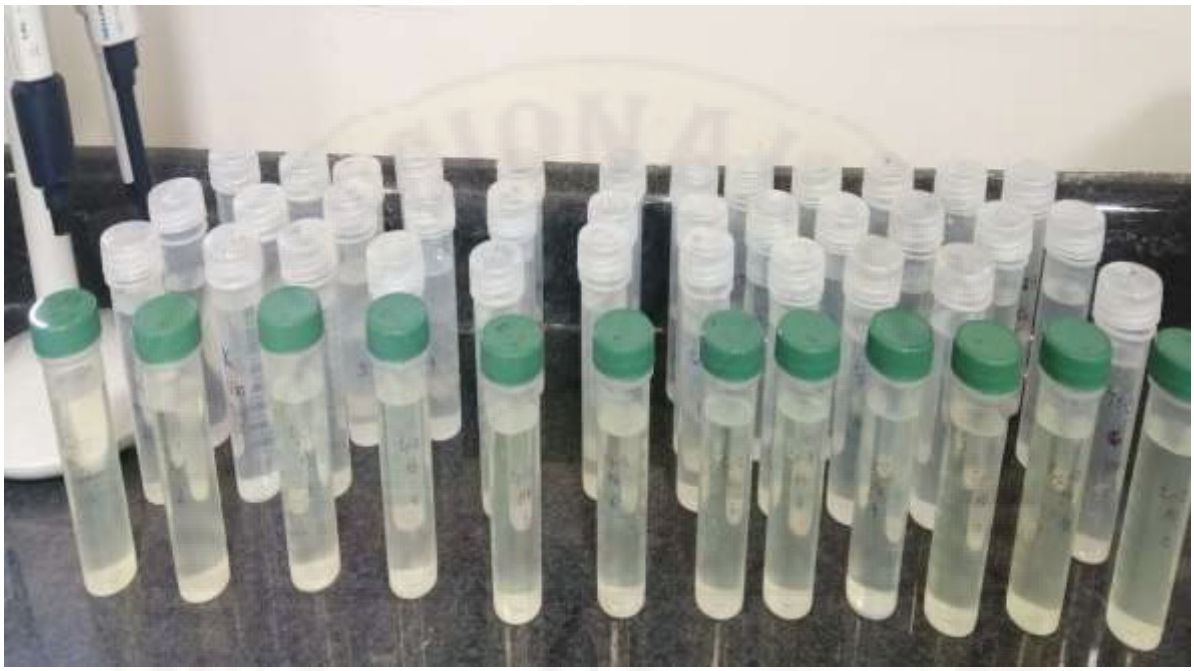
Fotografía 91

Muestras en el hotblock para el análisis de Pb



Fotografía 92

Preparación de muestras para el análisis de Pb



Fotografía 93

Preparación de los estándares para el análisis de P



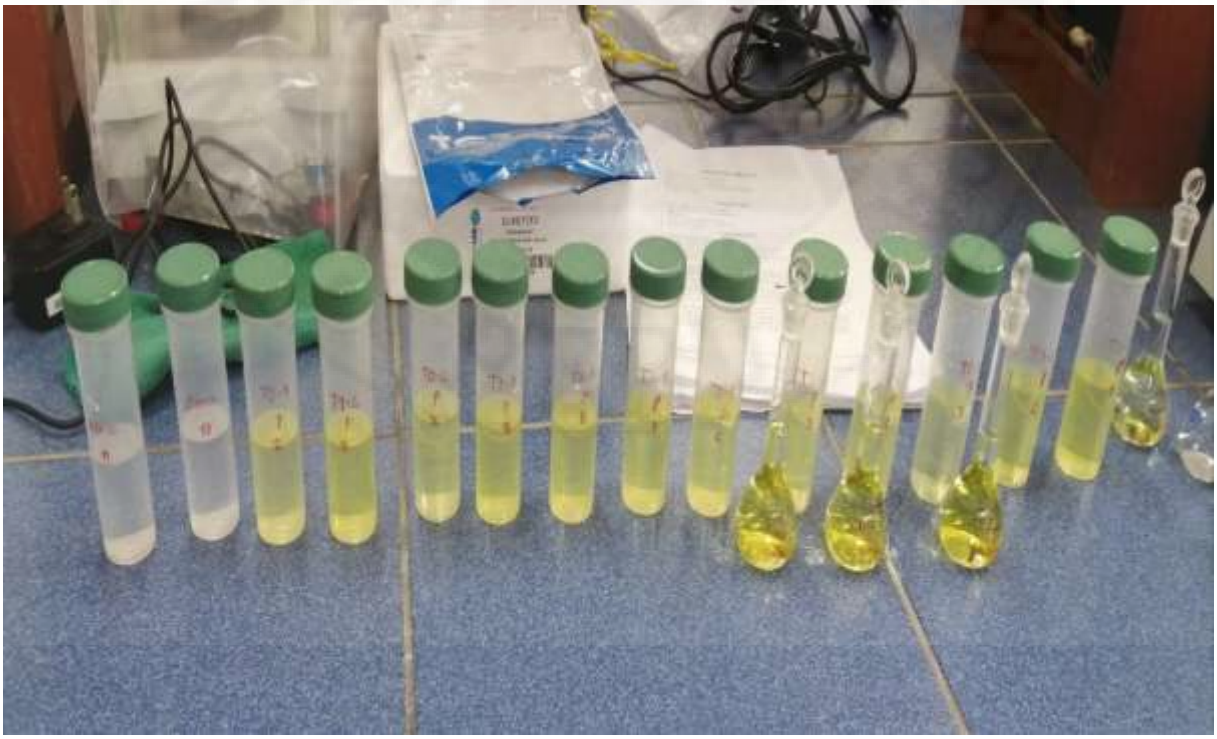
Fotografía 94

Filtrado de las muestras para el análisis de P



Fotografía 95

Muestras y estándares para el análisis de P



Fotografía 96

Análisis de P en el espectrofotómetro



Fotografía 97

Resultados de P obtenidos del espectrofotómetro



Fotografía 98

Prueba de maduración del tratamiento T2-1, T1-1 Y T3-3



Fotografía 99

Prueba de maduración de los tratamientos T2-2, T3-2, T3-1 y T1-3



Fotografía 100

Hongos lignícolas



